All stable processes we shall predict. All unstable processes we shall control (John von Neumann)

Due sono gli aspetti fondamentali per l'osservazione sistemica: riconoscere i modelli di interdipendenza e guardare al futuro. L'abilità di osservare le interdipendenze può essere facilitata dai CLD ma può anche derivare da storie, raffigurazioni e canzoni. Guardare futuro inizia conoscendo come interpretare i segni attuali che sono presenti oggi ma che risultano incomprensibili per coloro che non hanno una visione sistemica (Senge, 1990, p. 343)

La disciplina del controllo disvela l'ubiqua presenza dei sistemi di controllo

- Nei precedenti **Moduli 2** e **3**, è stata presentata la **teoria** dei Sistemi di Controllo secondo il linguaggio del Systems Thinking.
- I Sistemi di Controllo sono ovunque, in ogni ambiente e con la loro **ubiqua presenza**, rendono possibile il mondo.
- La **disciplina del controllo** deve insegnarci a "riconoscerli", abituarci a "vederli", per poterli impiegare o dominare.
- In questo **Modulo 5** svolgeremo un viaggio mentale attraverso diversi "ambienti", per riconoscere in essi i Sistemi di Controllo che li caratterizzano.
- Senza pretesa di essere esaustivi, cercheremo di riconoscere i Sistemi di Controllo in ambiti sempre più ampi, iniziando dall'ambiente domestico e cittadino, per arrivare all'ambiente fisico e sociale.
- Perché la disciplina possa essere proficua, il lettore deve sforzarsi di costruire i modelli qualitativi (anche solo verbali) dei Sistemi di Controllo che riesce ad individuare e, se possibile, di tradurli in modelli di simulazione.

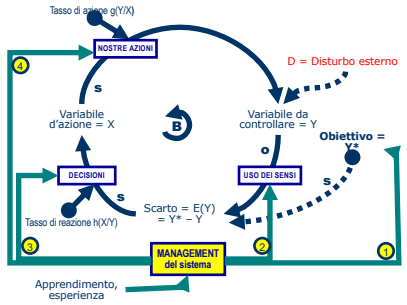
Par. 5.1

Sistemi di Controllo nella vita normale

- Nel corso di una giornata qualunque si attivano numerosissimi Sistemi di Controllo che coprono ampiamente la tipologia fin qui studiata.
- **Fare un minuto di riflessione**.
- Molti Sistemi di Controllo sono automatici.
- Alcuni agiscono nella sfera fisica; altri in quella psichica.
- Vi sono sistemi **multi leva** a tantissimi sistemi **multi obiettivo**.
- **Fare un altro minuto di riflessione**
  - Notiamo che molti Sistemi di Controllo agiscono secondo una **strategia consolidata nel tempo**, che si denomina **routine**, che abbiamo appreso in successive ripetizioni del controllo.
  - Questa strategia trasforma un controllo **cosciente** in un controllo che sembra **automatico**.
  - **Le routines sono utili ma a volte producono errori nel controllo.**

Par. 5.2

Sistemi di Controllo in ambiente domestico



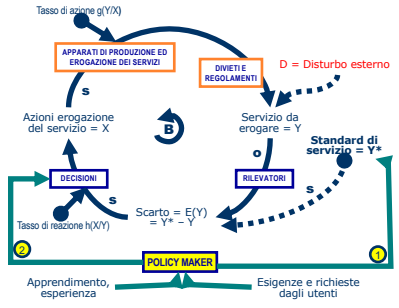
Par. 5.2

Sistemi di Controllo in ambiente domestico

- Il modello precedente vale per
  - elettrodomestici
  - automobili
  - impianti di casa
  - rifornimenti e consumi (impulsi)
- **Fare un minuto di riflessione.**
- Molti strumenti domestici, automobile compresa, stanno diventando sempre più automatici e il nostro intervento su di essi si riduce sempre più.
- Il progresso dell'umanità si percepisce osservando il progresso degli strumenti di vita quotidiana e casalinga.

Par. 5.3

Overhead Control Systems nel micro ambiente esterno

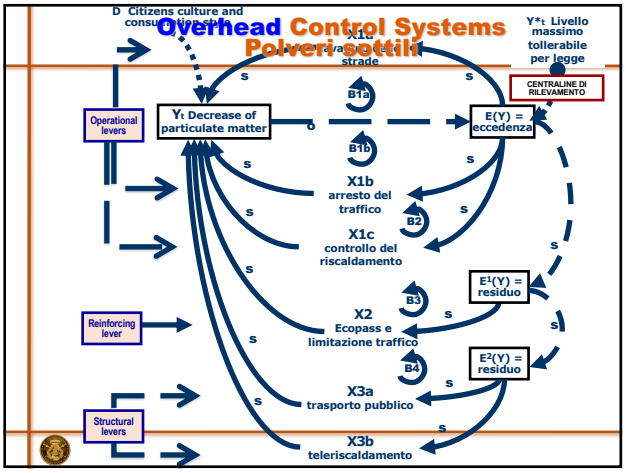


Par. 5.3

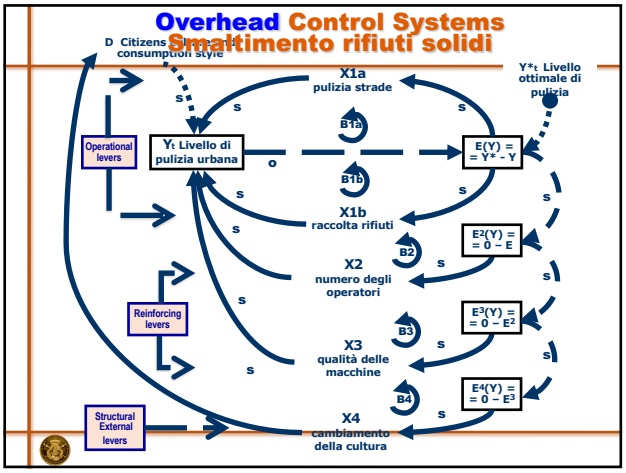
Overhead Control Systems nel micro ambiente esterno

- L'ambiente cittadino "funziona" grazie a numerosissimi Sistemi di Controllo sui quali non possiamo agire perchè hanno **governance e management autonomi** (spesso pubblici).
- Spesso non ci accorgiamo di tali sistemi ma sono indispensabili per la nostra vita.
- Sono sopra-la-nostra-testa. Sono gli **Overhead Control Systems.**
- **Fare un minuto di riflessione.**
- Eccone alcuni per il controllo di:
  - erogazione e fatturazione di energia elettrica
  - di gas
  - di acqua
  - illuminazione
  - trasporto
  - smaltimento rifiuti solidi, umidi, gassosi
  - inquinamento atmosferico, polveri sottili

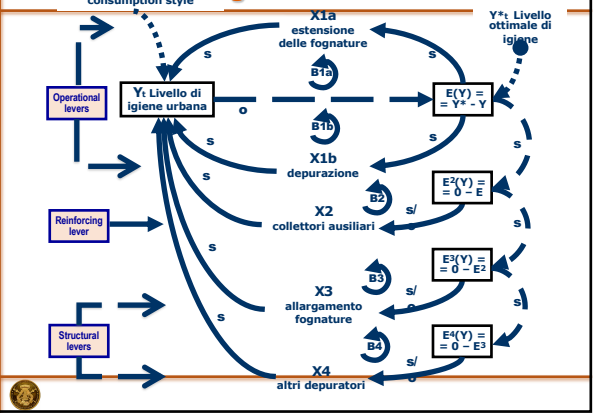
Overhead Control Systems Polveri sottili



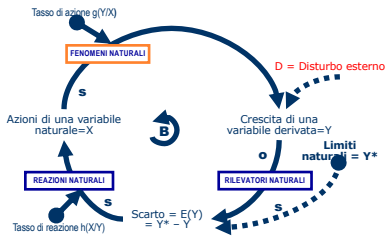
Overhead Control Systems Smaltimento rifiuti solidi



Overhead Control Systems
Igiene urbana



Par. 5.4 Sistemi di Controllo nel macro ambiente esterno

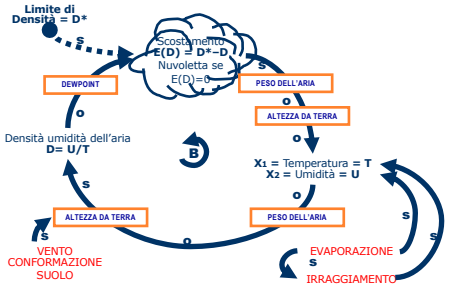


Par. 5.4 Sistemi di Controllo nel macro ambiente esterno

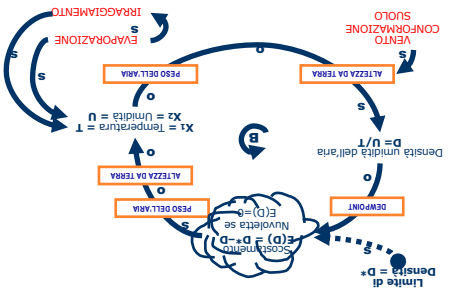
- Ricordo, innanzitutto, i Sistemi di Controllo che agiscono nell'ambiente in cui viviamo per controllare variabili che, collettivamente, come comunità, presentano dinamiche che possono essere dannose per la nostra vita.
- **Fare un minuto di riflessione.**
- L'ambiente è ricco anche di Sistemi di Controllo naturali, sempre automatici, sui quali possiamo agire solo con **leve artificiali**.
- E' difficile riconoscere tali sistemi e rappresentarli con modelli semplici perché gli obiettivi sono variabili nel tempo e difficili da quantificare.
- Ricordiamo:
  - cumuletti del bel tempo e le termiche
  - nubi
  - nebbia
  - brina
  - temporali, ecc.

Pag. 214

Cumuletti estivi come Sistemi di Controllo



Cumuletti estivi come Sistemi di Controllo



Par. 5.5

La Metafora originale di Daysilandia e l'utoregolazione geo-fisiologica

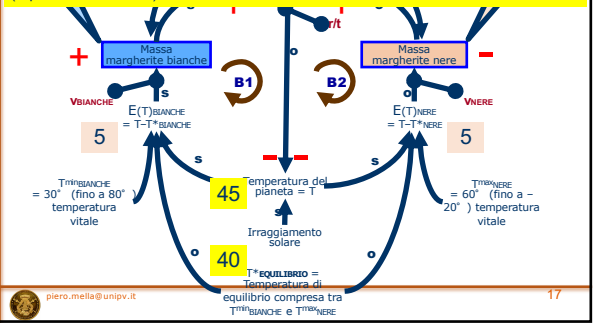
James Ephraim Lovelock (26 luglio 1919) è un biologo britannico.
È uno scienziato indipendente, scrittore e ricercatore ambientalista che vive in Cornovaglia, nel sud ovest dell'Inghilterra. Il suo maggiore merito scientifico è di aver interpretato l'autoregolazione della temperatura della Terra, con la teoria di Gaia. Egli per primo ha inteso la Terra con tutte le sue funzioni come un unico superorganismo.
www.wikipedia.org

L'ipotesi di Gaia postula una terra in cui il clima e la composizione chimica sono costantemente stabilizzati in una forma favorevole alla vita, grazie all'incessante interazione fra i viventi e il loro ambiente. [...] La nozione che la terra fosse un sistema vivente di qualche tipo ha una lunga storia, e la scelta del nome Gaia per questa ipotesi è dovuta al riconoscimento dei primi riferimenti letterari nella Grecia classica. (Lovelock, 1991, p. 207).

[...] la regolazione geofisiologica [...] è una semplice conseguenza della selezione naturale darwiniana. Si produce perché l'evoluzione delle specie non è indipendente dall'evoluzione dell'ambiente. I due processi evolutivi sono in realtà saldamente accoppiati. La vita e il suo ambiente evolvono insieme come un unico sistema [visione olistica]. Non soltanto le specie che lasciano il maggior numero di discendenti tendono ad ereditare l'ambiente, ma tende ad essere mantenuto anche l'ambiente che favorisce il maggior numero di discendenti (Lovelock, 1991, p. 212).

Fig. 5.4 La Metafora di Daysilandia quale Sistema di Controllo della temperatura

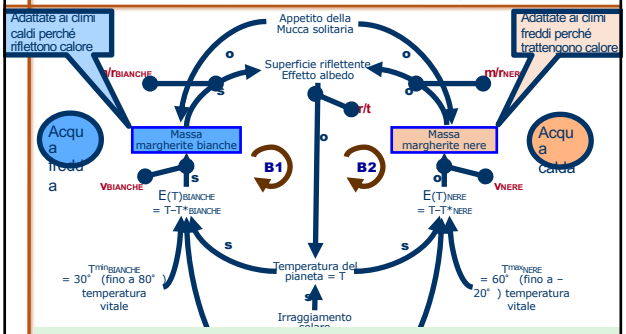
Lovelock introduce Daysilandia, un mondo-ecosistema con due sole popolazioni che autoregolandosi regolano la temperatura del loro ambiente resistendo indefinitamente a limitate variazioni casuali del calore emesso dalla stella (equivalente del sole).



Daysilandia. Analogie

- Il Sistema di Controllo della temperatura di Daysilandia assomiglia, in modo impressionante, a quello di **pag. 128**, che controllava la temperatura dell'acqua di una doccia con due rubinetti distinti.
- La Massa delle margherite Bianche corrisponde al flusso di acqua **fredda**; la Massa del margherite Nere corrisponde al flusso di acqua **calda**.
- C'è, però, una differenza sostanziale:
  - nella doccia, l'obiettivo di temperatura è posto dall'utente-manager,
  - Daysilandia, invece, è sostanzialmente un sistema di autoregolazione delle due popolazioni di margherite, piuttosto che un Sistema di Controllo della temperatura del pianeta.
- Si potrebbe anche considerare Daysilandia del tutto simile ad un **sistema di mercato** nel quale Domanda e Offerta si autoregolano generando un prezzo che viene mantenuto stabile proprio con l'autoregolazione del mercato. A differenza del mercato le popolazioni delle margherite non devono essere tra loro uguali.

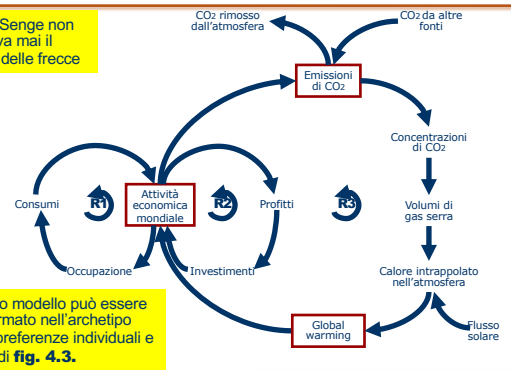
La Metafora di Daysilandia quale Sistema di Controllo della temperatura



Vi sembra che il modello di Daysilandia sia troppo astratto o troppo specifico? Sostituiamo "Terra" e "Margherite" con "Mare" e "Alghe a diverso assorbimento", oppure con "Foresta" e "Piante dal diverso fogliame", oppure e ritroveremo lo stesso sistema anche cambiando il contesto.

Par. 5.6 Il Global warming secondo Senge

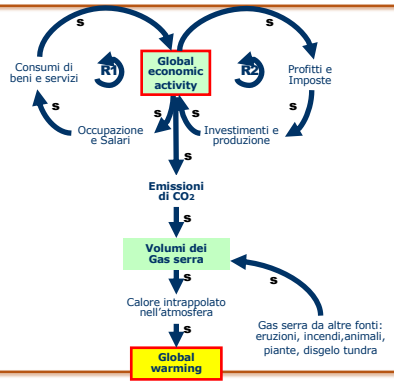
N.B: - Senge non indicava mai il senso delle frecce



Questo modello può essere trasformato nell'archetipo delle preferenze individuali e locali di **fig. 4.3.**

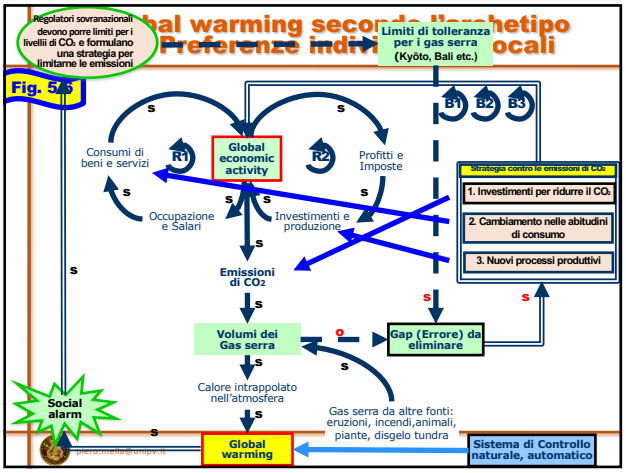
Il Global warming secondo l'archetipo delle Preferenze individuali e Locali

Par. 5.6



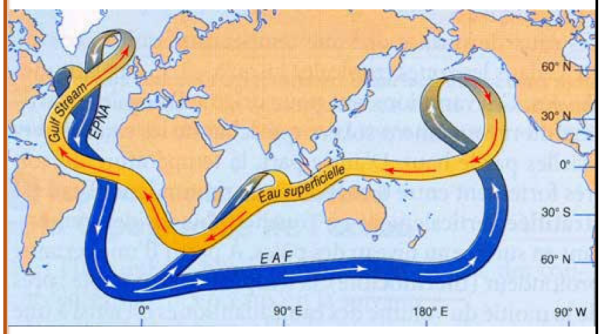
Global warming secondo l'archetipo delle Preferenze individuali e Locali

Fig. 5.6



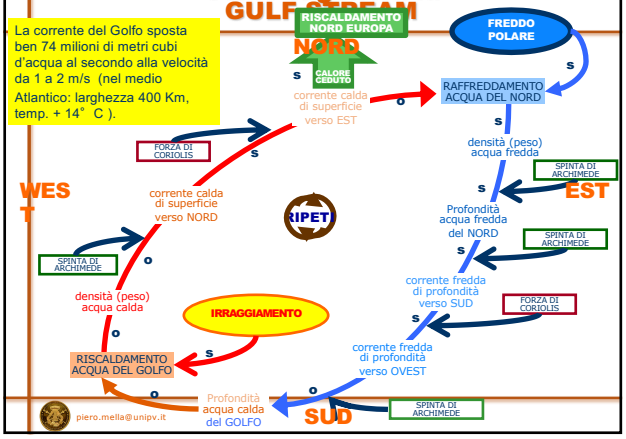
Pag. 223

Tre modelli di GULF STREAM



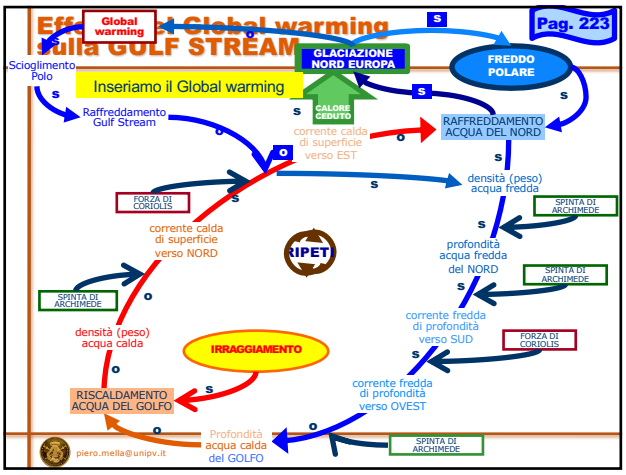
Come si genera la GULF STREAM

La corrente del Golfo sposta ben 74 milioni di metri cubi d'acqua al secondo alla velocità da 1 a 2 m/s (nel medio Atlantico: larghezza 400 Km, temp. + 14° C).

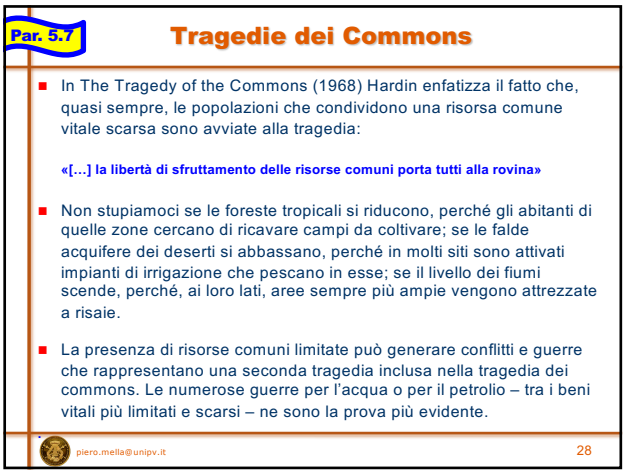


Il controllo naturale esercitato dalla GULF STREAM

- Il loop [**B1**] è un **Sistema di Controllo naturale** che Consiste nel **raffreddamento della corrente del Golfo**, il convettore termoalino nord atlantico (rivista Discovery, settembre 2002; Science, 2004; Fortune, febbraio 2004).
- Il sistema tecnico agisce come segue:
  - il global warming produce lo scioglimento dei ghiacci dei Poli;
  - ciò fa riversare una massa di acqua **fredda** e **dolce** nell'Oceano Atlantico,
  - che **raffredda** anticipatamente il flusso del Gulf Stream;
  - la Corrente del Golfo che si è **raffreddata**, scende anticipatamente al fondo dell'oceano e va verso sud;
  - l'acqua **dolce** rallenta il "motore" che spingeva sul fondo la Corrente del Golfo, riducendone la velocità del flusso;
  - con l'inabissamento anticipato e il rallentamento, il **calore** che la corrente del Golfo trasporta raggiunge in minor misura la regione nord atlantica, aumentando il rischio di una nuova glaciazione.

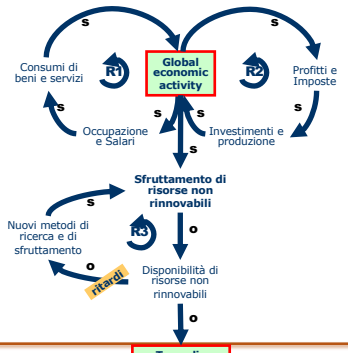

Effetto Global warming sulla GULF STREAM
Pag. 223
Global warming
Scioglimento Polo
Inseriamo il Global warming
GLACIAZIONE NORD EUROPA
CALORE CEDUTO
FREDDO POLARE
Raffreddamento Gulf Stream
corrente calda di superficie verso EST
RAFFREDDAMENTO ACQUA DEL NORD
densità (peso) acqua fredda
FORZA DI CORIOLIS
SPINTA DI ARCHIMEDE
corrente calda di superficie verso NORD
RIPET
profondità acqua fredda del NORD
SPINTA DI ARCHIMEDE
corrente fredda di profondità verso SUD
FORZA DI CORIOLIS
densità (peso) acqua calda
IRRAGGIAMENTO
RISCALDAMENTO ACQUA DEL GOLFO
corrente fredda di profondità verso OVEST
Profondità acqua calda del GOLFO
SPINTA DI ARCHIMEDE
piero.mella@unipv.it

Pag. 223
Il sistema della glaciazione dell'emisfero nord
Estensione ghiacci polari
Glaciazione Europa
Global warming
Calore Corrente del Golfo
Temperatura terre del nord
Copertura delle foreste temperate
Effetto albedo sul Nord
Foresta Tropicale
Foresta temperata
Foresta boreale
Savana/Steppa fitta
Prateria/Steppa
Tundra
Steppa aperta/Deserto/Roccia/Ghiaccio
Che succederà nell'emisfero Sud?
piero.mella@unipv.it
27


Par. 5.7
Tragedie dei Commons
In The Tragedy of the Commons (1968) Hardin enfatizza il fatto che, quasi sempre, le popolazioni che condividono una risorsa comune vitale scarsa sono avviate alla tragedia:
«[...] la libertà di sfruttamento delle risorse comuni porta tutti alla rovina»
Non stupiamoci se le foreste tropicali si riducono, perché gli abitanti di quelle zone cercano di ricavare campi da coltivare; se le falde acquifere dei deserti si abbassano, perché in molti siti sono attivati impianti di irrigazione che pescano in esse; se il livello dei fiumi scende, perché, ai loro lati, aree sempre più ampie vengono attrezzate a risaie.
La presenza di risorse comuni limitate può generare conflitti e guerre che rappresentano una seconda tragedia inclusa nella tragedia dei commons. Le numerose guerre per l'acqua o per il petrolio – tra i beni vitali più limitati e scarsi – ne sono la prova più evidente.
piero.mella@unipv.it
28

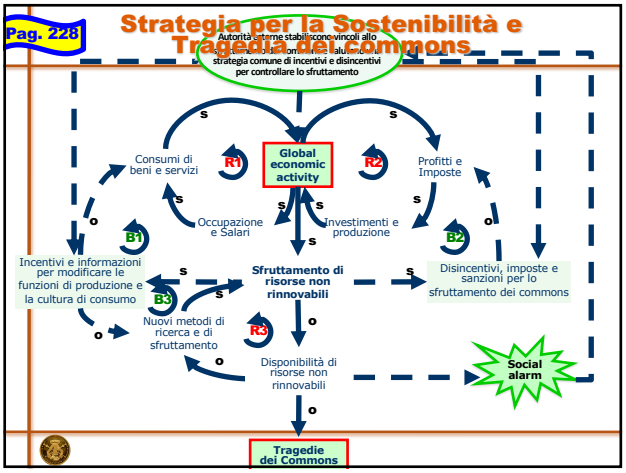
Par. 5.7

Tragedia dei commons



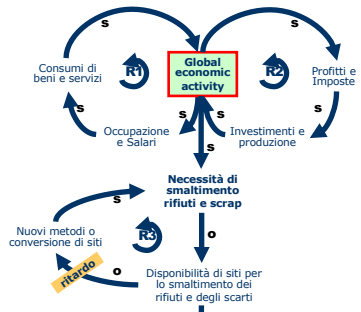
Pag. 228

Strategia per la Sostenibilità e Tragedia dei Commons



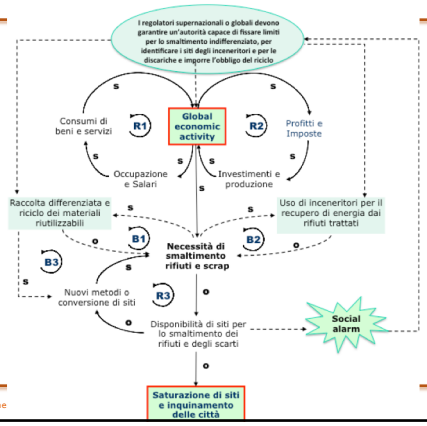
Pag. 254

Sostenibilità e smaltimento dei rifiuti



Sostenibilità e smaltimento dei rifiuti

Pag. 256



Par. 5.8 Sistema omeostatico [cenni]

- Si definisce **omeostatico** un sistema formato da molteplici variabili [**X**] connesse tramite **loop di bilanciamento**, nel quale:
  - ciascuna variabile componente [**X**] può assumere un limitato insieme di valori attorno ad un valore normale [**X***], che rappresenta un **vincolo per l'esistenza** della variabile all'intero del sistema;
  - ciascuna [**X**] può subire alterazioni dei propri valori a opera di disturbi (anche sotto forma di interferenze);
  - per ciascuna [**X**] è posto un **Sistema di Controllo** che ne attua la **regolazione** attorno al vincolo di esistenza [**X***];
  - L'intero sistema permane solo se tutte le [**X**] rispettano gli [**X***].
- **L'omeostasi è pertanto un processo di regolazione globale di un sistema unitario mediante Sistemi di Controllo locali di regolazione delle proprie variabili costituenti.**
- **È un processo tipico dei sistemi autopoietici viventi.**

Sistemi autopoietici quali Sistemi di Controllo

Pag. 229

- **Le macchine autopoietiche sono macchine omeostatiche.**
- **[…] Una macchina [sistema] autopoietica è una macchina organizzata (definita come un'unità) come una rete di processi di produzione (trasformazione e distruzione) di componenti che produce i componenti che:**
  - **1. attraverso le loro interazioni e trasformazioni continuamente rigenerano e realizzano la rete di processi (di relazioni) che li producono e**
  - **2. la costituiscono (la macchina) come un'unità concreta nello spazio nel quale essi (i componenti) esistono specificando il dominio topologico della sua realizzazione in quella rete.**
- **Ne segue che una macchina autopoietica continuamente genera e specifica la sua propria organizzazione mediante il suo operare come sistema di produzione dei suoi propri componenti e lo fa in un turnover senza fine di componenti in condizioni di continue perturbazioni e di compensazione di perturbazioni.**
- **Perciò una macchina autopoietica è un sistema omeostatico (o piuttosto un sistema di relazioni statico) che ha la sua propria organizzazione (rete di relazioni definente) come la variabile fondamentale che mantiene costante (Maturana, Varela, Autopoiesi, 1992, p. 131).**

Pag. 229

Sistema vivente

Se i sistemi viventi sono macchine, allora che essi siano macchine autopoietiche fisiche è banalmente ovvio: essi trasformano dentro se stessi materia in modo tale che il prodotto del loro operare è la loro propria organizzazione.

- **Tuttavia crediamo che anche il contrario sia vero: un sistema fisico se è autopoietico, è vivente. *In altre parole, asseriamo che la nozione di autopoiesi è necessaria e sufficiente per caratterizzare l'organizzazione dei sistemi viventi* [il corsivo è degli autori] (Maturana, Varela, Autopoiesi, p. 135).**

Il possesso di un'organizzazione non è, naturalmente, esclusivo degli esseri viventi, ma è comune a tutto ciò che possiamo studiare come sistema.

- **Quello che è però tipico degli esseri viventi è il fatto che gli unici prodotti della loro organizzazione sono essi stessi, per cui non c'è separazione tra produttore e prodotto.**

Pag. 229

Sistemi viventi come Sistemi omeostatici

- L'omeostasi, pertanto, rappresenta la tipica manifestazione del controllo – nella forma di regolazione – dei i sistemi viventi.
- Il concetto di omeostasi si fa risalire a Claude Bernard, secondo cui
  - **"tutti i meccanismi vitali, per quanto siano vari, non hanno altro che un fine costante: quello di mantenere l'unità delle condizioni di vita dell'ambiente interno".**
  - **I nostri feedback omeostatici presentano rispetto a quelli volontari e posturali una differenza di carattere generale: essi tendono a essere più lenti. Sono pochissime le variazioni dell'omeostasi fisiologica – e fra questi neppure l'anemia cerebrale – che producano danni seri o permanenti in una breve frazione di secondo (Wiener, 1968, p. 156).**
- **Conclusione**
  - **se un sistema è vivente è omeostatico e pertanto:**
  - **è esso stesso un Sistema di Controllo della propria organizzazione costituente,**
  - **formato da Sistemi di Controllo delle proprie variabili interconnesse.**

Pag. 230

Sistemi di Controllo posturale

- I **Sistemi di Controllo c. d. posturali** sono essenziali per ogni animale dotato di articolazioni.

Nel corpo umano, il movimento di una mano o di un dito mette in gioco un sistema con un elevato numero di articolazioni. L'uscita è una combinazione vettoriale additiva delle uscite di tutte queste articolazioni. Abbiamo visto che in generale un complesso sistema additivo come questo non può essere stabilizzato da un unico feedback.
Quindi il feedback volontario mediante il quale regoliamo l'esecuzione di un atto attraverso l'osservazione della misura in cui esso non è ancora compiuto, deve appoggiarsi su altri feedback. Chiamiamo posturali questi ultimi feedback.
Essi sono connessi con il mantenimento del tono del sistema muscolare (Wiener, 1968, p. 147).

- **I Sistemi di Controllo posturali sono in gran parte automatici e si formano con l'apprendimento.**

Sistemi di Controllo teleonomici

- Seguendo **Jacques Monod**, nel suo celeberrimo **Le hazard et la nécessité** (1970), l'uomo può essere definito come un **sistema teleonomico** che tende, come gli altri animali, alla sopravvivenza della specie, della collettività, in cui si identifica per territorio (nazione, tribù), della famiglia e di se stesso attuando **comportamenti teleonomici.**
- **Un comportamento si definisce teleonomico se è attuato, consciamente o no, per la sopravvivenza del sistema e dalla specie.**

In effetti una gran varietà di sistemi, sia in tecnologia che nella natura vivente, segue lo schema retroattivo, ed è ben noto che, appunto per poter trattare questi fenomeni, Norbert Wiener ha introdotto la nuova disciplina della cibernetica. La teoria tenta di dimostrare che i meccanismi di natura retroattiva costituiscono la base del comportamento teleologico, ovvero dotato di fini, sia nella macchine costruite dall'uomo che negli organismi viventi e nei sistemi sociali (von Bertalanffy, 1971, p. 81).

Bisogni e aspirazioni

- La **teleonomia** si rivela con il sorgere continuo di **bisogni** e di **aspirazioni** e si realizza tramite i **Sistemi di Controllo dell'equilibrio psico-fisico** volti al loro soddisfacimento.
- Sono Sistemi di Controllo di alto livello – rispetto a quelli autopoietici e posturali – che ricercano e impiegano leve per conseguire e accrescere le condizioni di sopravvivenza, singola e collettiva.
- **Il nostro benessere, come sistemi teleonomici, dipende dal numero e dalla specie dei bisogni e delle aspirazioni che possiamo soddisfare.**

Fig. 5.9

Bisogni come sintomi e Sistemi di Controllo

- Mediante sensibilità interne, il manager [noi] rileva gli scostamenti spiacevoli dello stato dell'organismo rispetto agli stati "normali" , cioè le rotture dell'equilibrio psico-fisico che percepisce come bisogni.

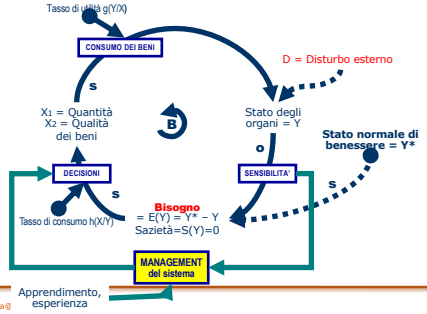
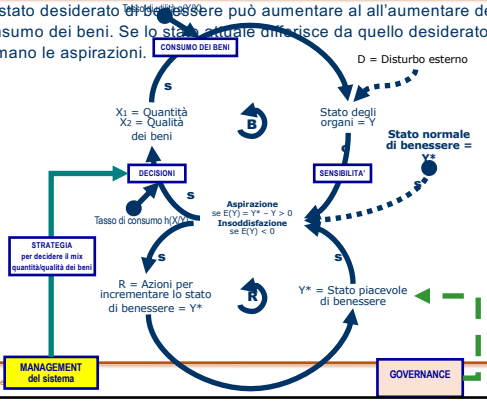


Fig. 5.10 Aspirazioni come sintomi e Sistemi di Controllo (Arch. insaziabilità)

- Lo stato desiderato di benessere può aumentare al all'aumentare del consumo dei beni. Se lo stato attuale differisce da quello desiderato, si formano le aspirazioni.



La teleologia secondo la Perceptual Control Theory (PCT) new

La PCT [...] spiega come i pensieri diventano azioni, sentimenti e risultati, e i suoi principi possono essere applicati a ogni attività riguardante l'umana esperienza. [...] La PCT ha una posizione in contrasto con il modello comportamentale stimolo-risposta attribuibile a B. F. Skinner e al modello della scienza cognitiva.

- **Perceptual Control Theory (PCT) is a theory of how 'control' works to the level of detail that control can be modelled with precision. It regards life as a process of control and proposes that all living things are purposeful in doing what they do.**
  To put it simply, people need a goal, a means, a resource and they need to pay attention to the results – which are the effects on our own experiences. These elements weave together in a closed circle that builds control (Mansell 2011, online).

L'uomo non agisce per **cause → effetti**, per **azioni → reazioni**, per **stimoli → risposte**, **perturbazioni → adattamenti**, ma per raggiungere obiettivi di varia ampiezza, mediante azioni e comportamenti che rappresentano le leve – o l'input – del Sistema di Controllo, secondo il modello generale che ben conosciamo.

- **Discende ancora che l'uomo è un sistema teleologico.**

La creatività artistica presuppone i Sistemi di Controllo new

- Il comportamento teleologico si estende a tutti i comportamenti creativi e artistici, che denotano l'innata tendenza umana a porre in atto comportamenti verso obiettivi di auto realizzazione e di miglioramento delle condizioni di esistenza.
- Ogni museo, ogni opera architettonica, ogni Teatro dell'Opera, ogni biblioteca testimoniano l'incredibile azione dei Sistemi di Controllo nel guidare l'uomo verso creazioni artistiche di ogni genere per la propria autorealizzazione.

Pag. 234

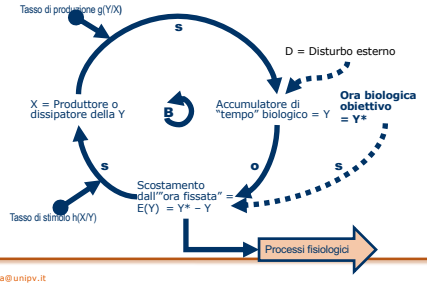
Orologio biologico

- **Gli orologi biologici sono tra i Sistemi di Controllo più diffusi nel mondo della vita e del mondo intero.**
- Si può supporre che un orologio biologico sia un Sistema di Controllo per impulsi (par. 3 del Capitolo 3).
  - L'obiettivo, **Y***, è il valore di una variabile di accumulazione **Y** – positiva o negativa – di qualche specie.
  - L'accumulo graduale dei valori della **Y** continua fino a quando non venga raggiunto **Y***.
  - L'**azzeramento dell'Errore** rappresenta proprio il segnale di attivazione dei processi fisiologici che fino a quel momento rimanevano inibiti.

Pag. 235

Orologio biologico

- La natura della variabile **Y**, i cui valori sono accumulati, dipende dal tipo di *orologio biologico e dall'organismo specifico in cui opera.*
- Non sappiamo chi abbia inserito l'ora biologica obiettivo.
- Probabilmente è l'effetto dell'evoluzione.



Rar. 5.9

Sistemi di Controllo nell'ambiente sociale e economico

- Facciamo parte di un "**tessuto**" sociale e economico, costituito da una complessa **rete** di sistemi e di sottosistemi che si riproducono nel tempo, formando un "sistema vitale" che rimane stabile per lunghi periodi, oppure evolve lentamente e, spesso, subisce mutazioni improvvise (rivoluzioni, innovazioni ecc.).
- La **rete** delle connessioni di consumo (distruzione), produzione (rigenerazione) e scambio di persone, risorse, lavoro, informazioni ecc., consentono la sostituzione degli elementi (persone, risorse, lavoro, informazioni) non più efficienti con altri nuovi, mantenendo indefinitamente la rete delle connessioni.
- Si tratta di un evidente esempio di **sistema autopoietico** e **omeostatico** che opera in modo del tutto analogo a quello indicato da Maturana e da Varela nella loro definizione di sistema vivente prima esaminata.

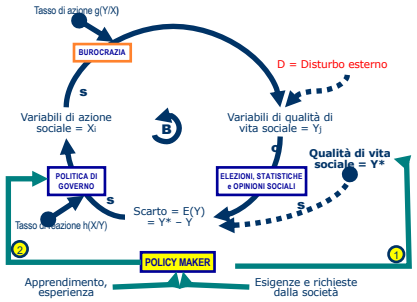
Difficoltà osservative

Le comunità piccole e molto unite possiedono quindi un considerevole grado di omeostasi; e questo vale sia per comunità a un buon livello culturale in un Paese civile sia per villaggi di tribù primitive.

Per strani o addirittura ripugnanti che ci possano sembrare i costumi di molti selvaggi, essi hanno generalmente un ben definito valore omeostatico (Wiener, 1968, p. 210).

- Nella rete autopoietica sociale i Sistemi di Controllo sono ovunque e non è facile osservarli per alcune difficoltà fondamentali.
  - sono normalmente sistemi **multileva** e **multiobiettivo**;
  - sono sistemi a **obiettivi variabili** nel tempo e nello spazio, spesso con salti improvvisi;
  - sono sistemi altamente **interferenti** che agiscono a diversi strati (livelli di zoomata) del tessuto sociale;
  - sono sistemi disposti normalmente **in serie** e **in parallelo**.

Sistemi di Controllo nell'ambiente socio-economico



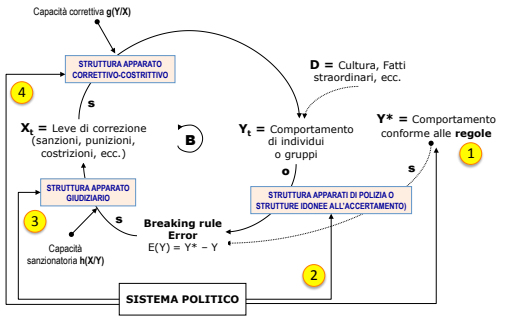
Par. 4.5

Sistemi di Controllo tipici del tessuto sociale

- Il tessuto sociale non potrebbe mantenersi senza Sistemi di Controllo vitali, tra cui:
- Controlli economici a vari livelli:
  - Ricchezza, reddito, risparmio,
  - Produttività, disoccupazione, disponibilità dei beni,
  - Prezzi, inflazione, flussi di beni e di persone, sviluppo.
- Controlli politici a vari livelli:
  - Violenza,
  - Criminalità,
  - Guerra.
- Controlli sociali a vari livelli:
  - Educazione, lingua, tradizioni,
  - Nascite,
  - Salute, epidemie, pandemie.

Pag. 237

Sistemi di Controllo della Convivenza sociale



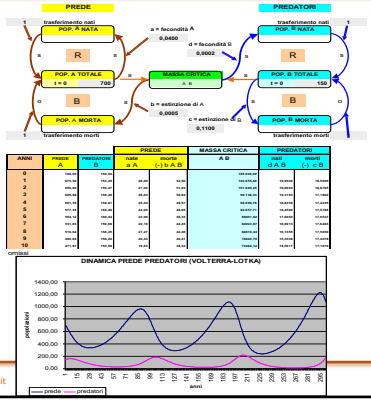
Par. 5.10

Sistemi di Controllo nell'ambiente biologico [cenni]

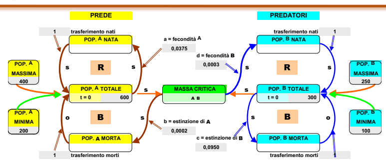
- I Sistemi di Controllo agiscono sulle **popolazioni** e sulle specie, in forma "**naturale**" o "**artificiale**" e intervengono sulle:
  - dinamiche quantitative
  - dinamiche qualitative
- Il **controllo artificiale** delle popolazioni è attuato dall'uomo con le attività di coltivazione, allevamento, caccia, ripopolamento, incroci, selezione, ecc.
- Il **controllo naturale** delle popolazioni è attuato da meccanismi biologici. Tre sono le forme più evidenti:
  - controllo del **numero** di individui di **una** popolazione
  - controllo del **numero** di individui tra **due** o più popolazioni
  - controllo dei **caratteri** degli individui della popolazione, per consentire loro il massimo successo di sopravvivenza, con un processo di evoluzione dei fenotipi.

Pag. 245

Sistemi di Controllo nell'ambiente biologico. 2 Popolazioni

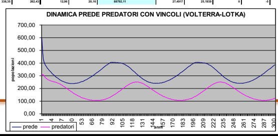


Sistemi di Controllo
2 Popolazioni con controllo esterno



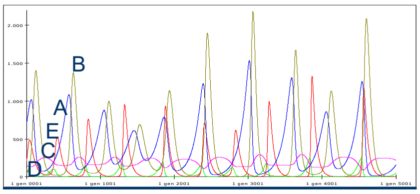
POPOLAZIONI			PREDE		MASSA CRITICA	PREDATORI		POPOLAZ. MASSIMA		POPLAZ. MINIMA	
ANNI	PREDE A	PREDATORI B	nate a A	morte (-) b A B	A B	nati d A B	morti (-) c B	PREDE TEMPO RETT. 2	PREDATORI TEMPO RETT. 3	PREDE TEMPO RETT. 2	PREDATORI TEMPO RETT. 3
0	600,00	300,00			180.000,00						
1	482,90	308,83	22,50	39,60	149.135,62	54,0000	28,5000	-100	-17	0	0
2	426,75	304,62	18,11	32,81	129.997,85	44,7407	29,3392	-41	-20	0	0
3	400,78	296,48	16,00	28,60	118.821,03	38,9994	28,9393	-13	-18	0	0
4	389,28	288,47	15,03	26,14	112.292,97	35,6463	28,1652	-0	-15	0	0
5	379,17	281,93	14,60	24,70	106.898,57	33,6879	27,4042	0	-13	0	0
6	369,87	276,57	14,22	23,52	102296,02	32,0696	26,7831	0	-11	0	0
7	361,24	272,13	13,87	22,51	98303,04	30,6888	26,2743	0	-9	0	0
8	353,16	268,39	13,55	21,63	94784,23	29,4909	25,8522	0	-7	0	0
9	345,55	265,20	13,24	20,85	91638,92	28,4353	25,4972	0	-6	0	0
10	338,35	262,43	12,96	20,16	88792,11	27,4917	25,1939	0	-5	0	0

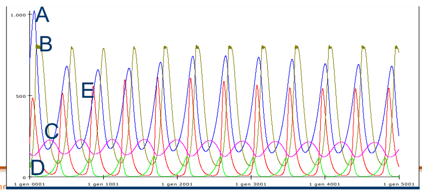
omissis



Pag. 246

Sistemi di Controllo
5 Popolazioni formanti un ecosistema





Pag. 246

Controllo dei caratteri degli individui
Il processo di selezione naturale

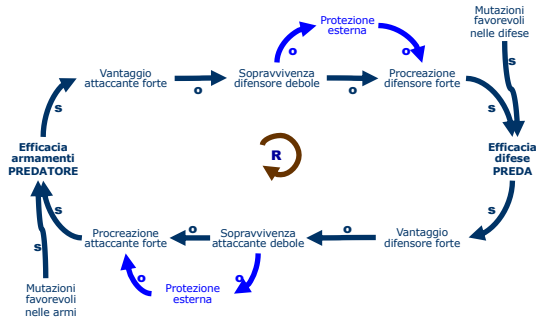
- La **selezione naturale** è un potente Sistema di Controllo “naturale” che porta a una progressiva evoluzione *qualitativa* delle specie per consentire loro il massimo successo di sopravvivenza.
- Mi limito a riportare direttamente il pensiero di Charles Darwin:

Grazie a questa lotta per la vita, ogni variazione, anche di lieve entità e da qualsiasi causa derivante, se è, in qualche grado, redditizia per un individuo di qualsiasi specie, nelle sue relazioni infinitamente complesse con altri esseri organici e con la natura esterna, tenderà alla conservazione di quell’individuo, e sarà generalmente ereditata dalla sua prole. La prole, inoltre, avrà così una migliore possibilità di sopravvivenza, per qualcuno dei molti individui che nascono periodicamente, ma un piccolo numero può sopravvivere. Ho chiamato questo principio, con il quale ogni lieve variazione, se utile, è conservata, con il termine della selezione naturale, per segnare il suo rapporto con il potere dell’uomo di selezione (Darwin, 1859, p. 61).

Pag. 247

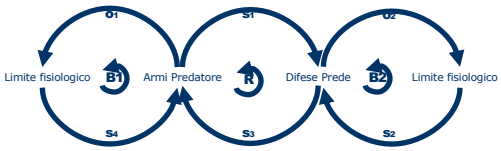
Sistemi di Controllo nell'ambiente biologico. Fenotipi

- L'evoluzione delle strutture fisiche è connaturata alla sopravvivenza.



Pag. 249

Sistema di Controllo dell'evoluzione dei fenotipi



Par. 5.11

Sistemi combinatori la struttura elementare

- Un **Sistema combinatorio** è una **collettività di Agenti** o elementi **simili** che non sono necessariamente interconnessi (in modo evidente) che produce un effetto osservabile attribuibile alla collettività.
- Gli **Agenti come singoli** agiscono **autonomamente** e :
  - sviluppano **micro comportamenti analoghi**,
  - che producono **micro effetti** osservabili (o immaginabili) di qualche specie (micro variabili).
- Gli **Agenti come collettività** :
  - Sviluppano un **macro comportamento collettivo**, che deriva dalla **combinazione** dei **micro comportamenti** degli agenti,
  - che produce un **macro effetto** di qualche specie (macro variabile);

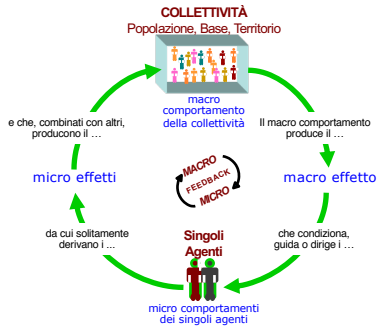
Il Primo Pilastro dei Combinatory Systems
Il micro-macro feedback

- Ciò che distingue i Sistemi Combinatori da altri sistemi è la connessione tra **micro** e **macro comportamenti**.
  - I **macro** comportamenti collettivi sono **formati** dai micro comportamenti.
  - I **micro** comportamenti sono **guidati** dal macro comportamento.
- Questa reciproca interazione viene definita:

  Micro-macro feedback

- e costituisce il **primo pilastro della Teoria**.

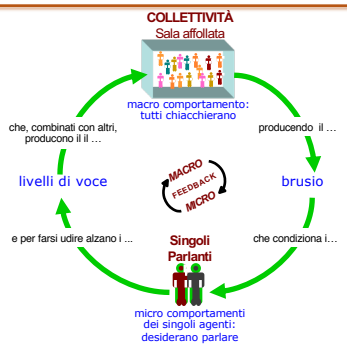
Il modello di base



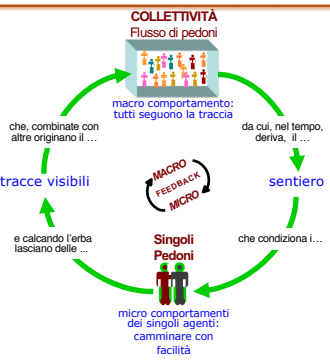
La natura dell'operazione di "combinazione"

- Questa operazione (da cui traggono il nome i sistemi combinatori) può essere definita in diversi modi; in particolare come:
  - la **somma** dei valori prodotti dai (o associati ai) micro comportamenti degli Agenti per ogni **t**;
  - il **valore medio** delle misure di performance degli Agenti;
  - il **valore massimo** di tali misure,
  - il **valore minimo**;
  - la **moda** . . .
  - ecc.

Esempio – Brusio in una sala affollata



Esempio – Si forma un sentiero



La mano invisibile

- **Due conseguenze** del micro-macro feedback:
  - il micro-macro feedback genera macro comportamenti (o effetti) "emergenti" attribuibili alla collettività e non derivabili dai "programmi operativi" seguiti dai singoli agenti;
  - il macro comportamento – ed il derivante macro effetto – dirige i successivi micro comportamenti, come se una "mano invisibile", una Superiore Autorità, costringesse gli agenti della base ad uniformarsi ai macro comportamenti emergenti della collettività.
  - Non c'è nulla di strano o di misterioso: la mano invisibile non è altro che l'azione del **micro-macro feedback**.

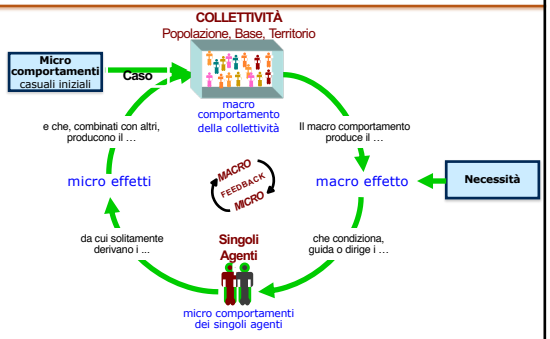
Il Secondo Pilastro
L'azione caso-necessità

- Abbiamo osservato che **condizione necessaria** per la sussistenza di qualsivoglia Sistema Combinatorio è l'esistenza di un **feedback** tra micro e macro comportamenti o tra loro effetti.
- **Pur essendo necessaria, essa non è però sufficiente**.
- Dobbiamo riconoscere un altro elemento essenziale:
  la **congiunta azione di "caso" e di "necessita"**.
- Tale elemento rappresenta il **secondo pilastro della teoria**.

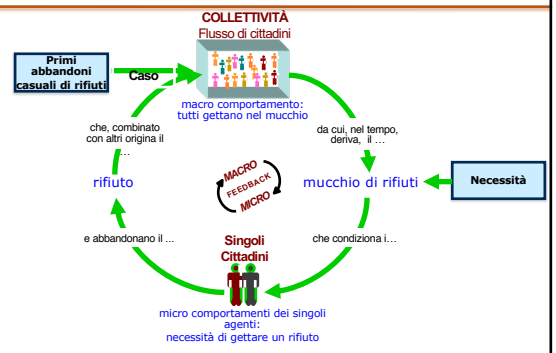
new

Caso e necessità

- Abbiamo osservato che **condizione necessaria** per la sussistenza di qualsivoglia Sistema Combinatorio è l'esistenza di un **feedback** tra micro e macro comportamenti o tra loro effetti.
- **Pur essendo necessaria, essa non è però sufficiente.**
- L'attivazione di un Sistema Combinatorio richiede un **input iniziale casuale**:
  - un adeguato numero di Agenti deve produrre inizialmente un numero di micro comportamenti sufficiente per raggiungere la **densità minima di attivazione**.
- La dinamica del sistema, avviata "**per caso**", continua "**di necessità**" fino a quando non si sia raggiunta la **densità massima di saturazione**.
- La **congiunta azione di "caso" e di "necessita"** rappresenta il **secondo pilastro della teoria**.



Esempio – Cumulo di immondizia



Cumuli ovunque. Effetto di sistemi combinatori

Tokyo

Pavia

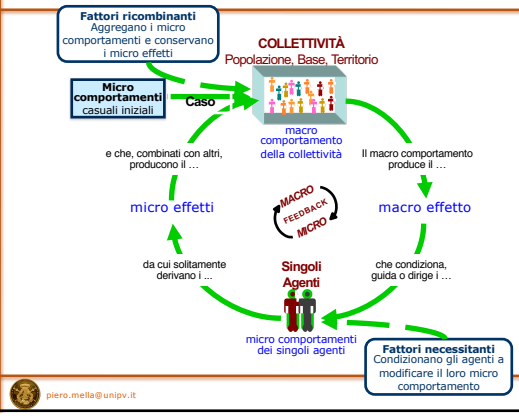
Il Terzo Pilastro
Fattori necessitanti e ricombinanti

- Il **caso**, da solo, avvia il **micro-macro feedback** ma non è sufficiente a mantenerlo nel tempo.
- **Cosa alimenta nel tempo l'azione del micro-macro feedback? Occorrono due insiemi di fattori**.
  - Sui singoli **agenti** deve operare qualche **fattore necessitante** (un vincolo, una regola, una condizione, una legge, un convincimento, ecc.) che imponga a ciascun agente di riadeguare il proprio **micro** comportamento al **macro** comportamento della collettività o ai suoi macro effetti.
- La **collettività** deve essere in grado di **ricombinare** i **micro** comportamenti (o i micro effetti) per produrre il **macro** comportamento (o il macro effetto); nel sistema deve operare qualche **fattore ricombinante** (regola, convenzione, algoritmo, cultura, vincolo, ignoranza, ecc.).
- **I fattori necessitanti e ricombinanti rappresentano il Terzo Pilastro della Teoria.**

Il Terzo Pilastro
Fattori necessitanti e ricombinanti

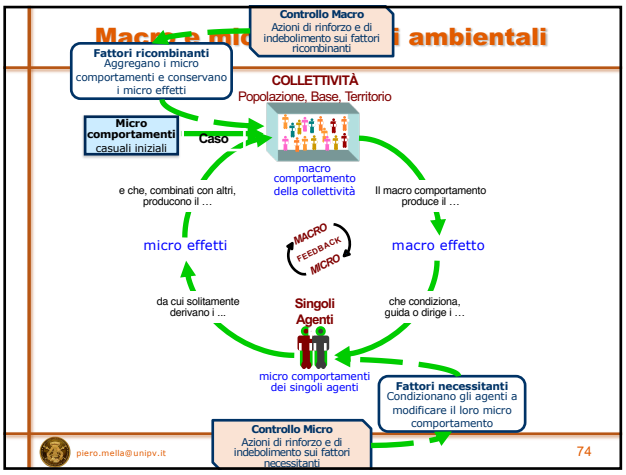
- Il **caso**, da solo, avvia il **micro-macro feedback** ma non è sufficiente a mantenerlo nel tempo.
- **Cosa alimenta nel tempo l'azione del micro-macro feedback?** Occorrono due insiemi di fattori definiti come **fattori necessitanti** e **fattori ricombinanti.**
- **Fattori necessitanti -** Sono i fattori che producono un vantaggio (o uno svantaggio) di qualche specie, "forzando" gli Agenti ad adattare il loro micro comportamento al macro comportamento o ai macro effetti del sistema (norme imperative, vincoli, condizionamenti, regole sociali, obblighi, imitazione, convinzioni, atti imitativi, ecc.).
- **Fattori ricombinanti -** Sono i fattori che consentono al Sistema, nel suo complesso, di ricombinare i micro comportamenti (o i micro effetti), allo scopo di produrre e di mantenere nel tempo il macro comportamento o il macro effetto (norme, vincoli, regole, convenzioni, algoritmi e programmi, condizioni ambientali, cultura, istituzioni, ecc.).
- **I fattori necessitanti e ricombinanti rappresentano il Terzo Pilastro della Teoria.**

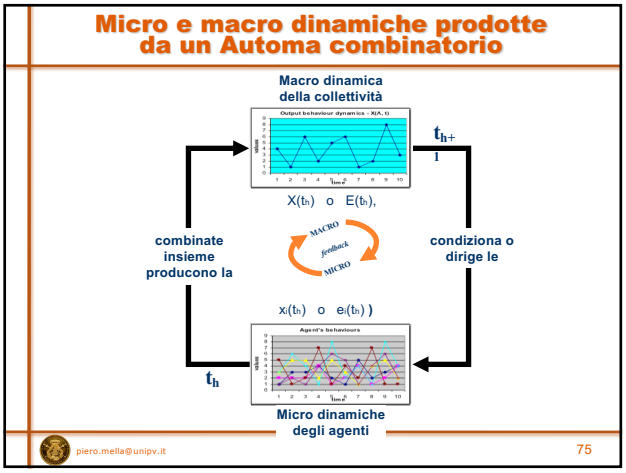
Fattori necessitanti e ricombinanti

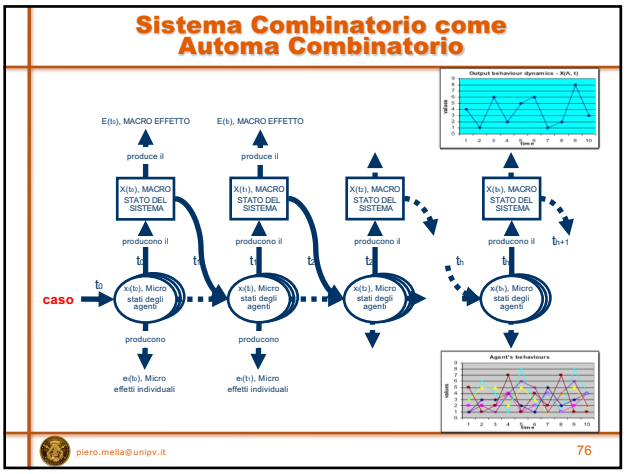


Il Quarto Pilastro.
I controlli ambientali

- I sistemi combinatori "esistono" in un ambiente. che può trovare utili o dannosi i macro e i micro effetti prodotti.
- Se l'ambiente valuta **utili** i macro e i micro effetti prodotti, **rinforza** il sistema, **incrementando** i fattori ricombinanti e necessitanti.
- Se l'ambiente valuta **dannosi** i macro e i micro effetti prodotti, **indebolisce** il sistema, **riducendo** i fattori ricombinanti e necessitanti.
- Con opportune azioni di **rinforzo** e di **indebolimento**, l'ambiente può tentare di controllare il sistema combinatorio:
  - attuando un **macro-controllo** sul macro comportamento, e/o
  - attuando un **micro-controllo** sui micro comportamenti,
- affinché la dinamica del sistema si conformi ad un **modello-obiettivo** ritenuto utile.
- **Il controllo ambientale rappresenta rappresentano il Quarto Pilastro della Teoria.**


Macro e micro dinamiche ambientali
Controllo Macro
Azioni di rinforzo e di indebolimento sui fattori ricombinanti
Fattori ricombinanti
Aggregano i micro comportamenti e conservano i micro effetti
COLLETTIVITÀ
Popolazione, Base, Territorio
Micro comportamenti
casuali iniziali
Caso
macro comportamento della collettività
e che, combinati con altri, producono il …
Il macro comportamento produce il …
micro effetti
MACRO FEEDBACK MICRO
macro effetto
da cui solitamente derivano i …
Singoli Agenti
che condiziona, guida o dirige i …
micro comportamenti dei singoli agenti
Fattori necessitanti
Condizionano gli agenti a modificare il loro micro comportamento
Controllo Micro
Azioni di rinforzo e di indebolimento sui fattori necessitanti
piero.mella@unipv.it
74


Micro e macro dinamiche prodotte da un Automa combinatorio
Macro dinamica della collettività
t_{h+1}
$X(t_h)$ o $E(t_h)$,
combinate insieme producono la
MACRO feedback MICRO
condiziona o dirige le
$x_i(t_h)$ o $e_i(t_h)$)
t_h
Micro dinamiche degli agenti
piero.mella@unipv.it
75

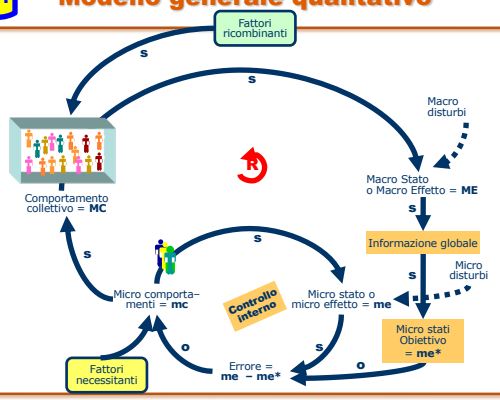

Sistema Combinatorio come Automa Combinatorio
$E(t_0)$, MACRO EFFETTO
$E(t_1)$, MACRO EFFETTO
produce il
$X(t_0)$, MACRO STATO DEL SISTEMA
$X(t_1)$, MACRO STATO DEL SISTEMA
$X(t_2)$, MACRO STATO DEL SISTEMA
$X(t_h)$, MACRO STATO DEL SISTEMA
producono il
t_0
t_1
t_2
t_h
t_{h+1}
caso
$x_i(t_0)$, Micro stati degli agenti
$x_i(t_1)$, Micro stati degli agenti
$x_i(t_2)$, Micro stati degli agenti
$x_i(t_h)$, Micro stati degli agenti
producono
$e_i(t_0)$, Micro effetti individuali
$e_i(t_1)$, Micro effetti individuali
piero.mella@unipv.it
76

I Sistemi Combinatori di natura sociale

- Definiamo "**sociali**" i sistemi combinatori formati da **individui-agenti** in grado di **decidere** "razionalmente" i loro micro comportamenti.
- Per gli **Agenti**, il **macro effetto del sistema** può essere interpretato come un'**informazione globale autoprodotta** che assume il ruolo di **obiettivo dinamico** nel controllo del loro **micro comportamento**.
- Gli **Agenti,** agendo **egoisticamente**, con le loro **decisioni individuali**:
  - **"allineano"** i loro **micro** comportamenti, al **macro** comportamento/effetto del sistema, producendo nuovi **micro** effetti ...
  - ... che, **ricombinati insieme**, modificano il **macro** comportamento/effetto ...
  - ... rendendo **ricorsivamente** necessario un nuovo **micro** comportamento da parte degli agenti ...
  - ... modificando **ricorsivamente** il macro comportamento/effetto,
  - ecc.
  - in un continuo **micro-macro feedback.**

Pag. 251

Modello generale qualitativo



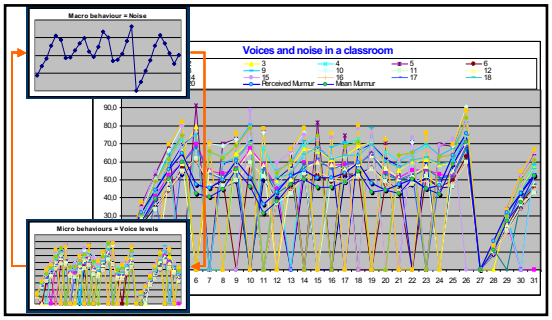
new

Tre modelli per i Sistemi Combinatori

- I Sistemi Combinatori possono essere rappresentati con tre specie di modelli.
- **Modelli qualitativi** che rappresentano i CLD dei sistemi.
- **Modelli euristici**: esplicitano, in linguaggio corrente, le regole di funzionamento del sistema e descrivono I tre elementi fondamentali:
  - il **micro comportamento** e i fattori necessitanti,
  - il **macro comportamento** e i fattori ricombinanti,
  - l'azione del **micro-macro feedback**.
- **Modelli di simulazione** che costruiscono **Automi combinatori** in grado di simulare sia i micro sia i macro comportamenti del sistema

Pag. 244

Sistemi d'ordine
Voce-brusio in un locale affollato



new

Cinque classi di sistemi combinatori

- Malgrado la varietà dei fenomeni prodotti, osservandone i macro effetti possiamo classificare i sistemi combinatori in cinque ampie classi di equivalenza:
  - Sistemi di **accumulazione**,
  - Sistemi di **diffusione**,
  - Sistemi di **inseguimento**,
  - Sistemi di **ordine**,
  - Sistemi di **miglioramento & progresso**.

Gli interessati ad approfondire i Sistemi Combinatori possono consultare il volume: Piero Mella, Combinatory Systems Theory, Springer, 2017.

new

Sistemi di accumulazione
Modello euristico

- REGOLA MICRO = FATTORE NECESSITANTE: se devi accumulare qualche oggetto con altri analoghi (micro comportamento), cerca cumuli già fatti perché ciò ti dà un vantaggio o riduce qualche svantaggio (fattore necessitante);
- REGOLA MACRO = FATTORE RICOMBINANTE: l'ambiente conserva gli oggetti accumulati o non riesce ad eliminarli e mantiene i vantaggi dell'accumulo; tutti accumulano (macro comportamento) e si forma un cumulo (macro effetto) di qualche specie;
- FEEDBACK MICRO-MACRO: più il cumulo (macro effetto) è grande più incentivo c'è all'accumulo (micro comportamenti) di oggetti (micro effetti); l'accumulo collettivo (macro comportamento) porta ad un cumulo sempre più grande.
- **Vale per insediamenti urbani e distretti industriali, cluster commerciali, folle e assembranenti umani, nuvole di pesci, stormi di uccelli, branchi, cumuli di ogni tipo e colonie animali.**

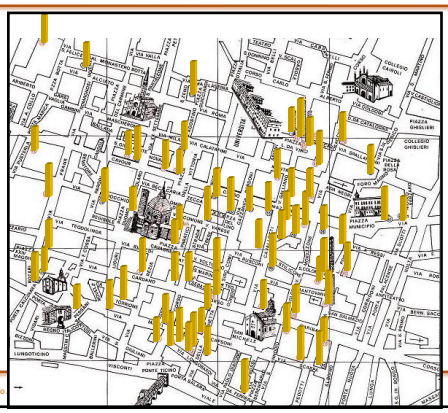
new

Sistemi di diffusione
Modello euristico

- REGOLA MICRO = FATTORE NECESSITANTE: se vedi che un «carattere» (o oggetto o comportamento) è diffuso allora per te è «utile» possederlo o dannoso non possederlo (fattore necessitante) e devi cercare di acquisirlo;
- REGOLA MACRO = FATTORE RICOMBINANTE: l'ambiente o la collettività conservano i «caratteri» diffusi e mantengono l'utilità del possesso del «carattere»; quanto più alta è l'utilità dell'acquisizione da parte degli individui tanto più il «carattere» si diffonde nella collettività;
- FEEDBACK MICRO-MACRO: maggiore diffusione (macro effetto) implica maggiore volontà di una acquisizione (micro effetto); l'acquisizione singola (micro comportamento) amplia la diffusione collettiva (macro comportamento).
- **Vale anche linguaggi, religioni, usi, costumi, abitudini, stereotipi, credenze, riti e ogni altro fattore culturale, nonché per epidemie e pandemie.**

new

Sistema di diffusione
le Torri di Pavia



new

Sistemi d'ordine
Modello euristico

- REGOLA MICRO = FATTORE NECESSITANTE: vi sono vantaggi nel mantenere un ordine e svantaggi nel romperlo; se vuoi acquisire i vantaggi o evitare gli svantaggi cerca di coordinarti per mantenere l'ordine o per conseguirlo, come indicato dalle regole che stabiliscono l'ordine;
- REGOLA MACRO = FATTORE RICOMBINANTE: quanto più si mantiene l'ordine tanto più aumentano i vantaggi di coordinarsi per mantenerlo e gli svantaggi nel romperlo;
- FEEDBACK MICRO-MACRO: l'ordine (macro effetto) genera la convenienza a mantenere l'ordinamento e a rispettare le regole da parte dei singoli (micro comportamenti); tutti mantengono un comportamento coordinato (macro comportamento).
- **Vale per parate, balli, tracce permanenti di ogni tipo, danze e fenomeni fisici (nuvole a cilindro, vortici)**

Sistemi di inseguimento e di miglioramento e progresso

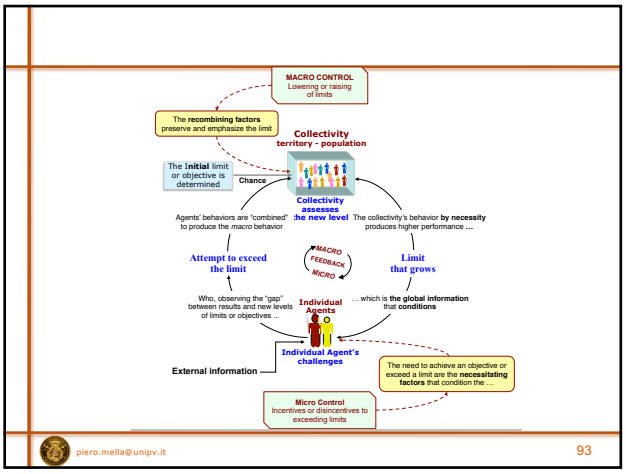
- REGOLA MICRO = FATTORE NECESSITANTE: se c'è un obiettivo cerca di conseguirlo; se c'è un limite, cerca di superarlo; se un altro individuo ti supera, recupera lo spazio perso (gap negativo); se sei alla pari con lui, cerca di avvantaggiarti; se sei in testa, cerca di mantenere o di aumentare il vantaggio (gap positivo);
- REGOLA MACRO = FATTORE RICOMBINANTE: la collettività riconosce validità all'obiettivo e considera negativamente il limite; quanto più gli individui cercano di superare il limite, tanto più aumenta la probabilità di superamento, con vantaggio per chi riesce a superarlo; e ciò incentiva l'inseguimento;
- FEEDBACK MICRO-MACRO: se tutti cercano di superare il limite (macro comportamento), allora esso si innalza (macro effetto) annullando il vantaggio di chi l'aveva in precedenza raggiunto (micro effetto); e ciò impone ai singoli di superare il limite (micro comportamento).
- **Vale per gare, record, faide, invidia, voglia di emergere.**

Sistemi di miglioramento & progresso

- E' la classe più rilevante.
- Esempi: inseguimento di primati e di record. Progresso scientifico e tecnico. Aumento della qualità dei beni, miglioramento del benessere, ecc.
- Questi sistemi sono un mix dei precedenti
  - Il micro-macro feedback opera per produrre un **progresso** nello stato complessivo della collettività (secondo giudizi di valore comunemente accettati).
  - Il progresso deriva dal perseguimento di obiettivi di **miglioramento individuale** da parte degli Agenti (incremento di qualche parametro considerato utile, favorevole, positivo), ma nello stesso tempo spinge alla ricerca di nuovi livelli di miglioramento.

Sistemi di miglioramento & progresso

- REGOLA MICRO = FATTORE NECESSITANTE: se il livello del tuo parametro di miglioramento è inferiore al livello del parametro di progresso del sistema – cioè che esiste un gap negativo tra il tuo stato e quello degli altri – cerca di migliorare per ridurre il gap e, se possibile, cerca di arrivare a un gap positivo; se percepisci un gap positivo, cerca ulteriori miglioramenti per incrementare la deviazione a te favorevole;
- REGOLA MACRO = FATTORE RICOMBINANTE: il sistema deve essere in grado di rilevare il miglioramento individuale e di adeguare il parametro di progresso alla media (o, più in generale, alla combinazione) delle misure di miglioramento individuali;
- FEEDBACK MICRO-MACRO: il miglioramento individuale (micro effetto) innalza il parametro che misura il progresso collettivo (macro effetto); ciò porta alla formazione di gap positivi e negativi che spingono i singoli a migliorarsi per aumentarli (se positivi) o per eliminarli (se negativi).



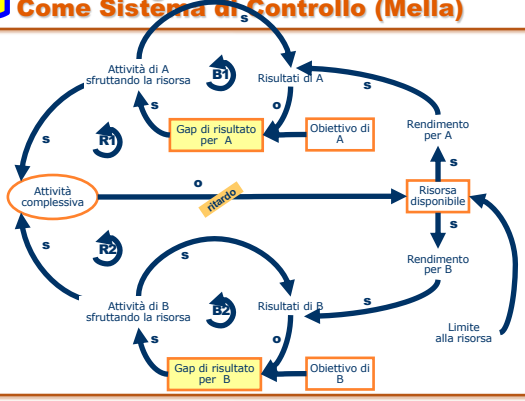
new

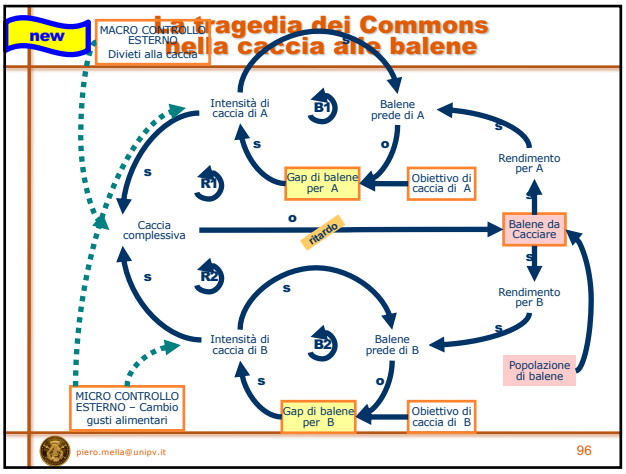
La tragedia dei Commons

- Un particolare **Sistema Combinatorio** che presenta effetti collettivi negativi è quello che produce l'esaurimento di una risorsa scarsa, non rinnovabile, per la quale vi è libertà di appropriazione e d'uso.
- Esso descrive, **in altra forma**, la **Tragedia delle risorse comuni**, o Tragedia dei Commons (**Tragedy of the Commons**) –, utile per comprendere molti fenomeni di estinzione o di esaurimento dovuti all'azione di collettività.

new

La tragedia dei Commons Come Sistema di Controllo (Mella)




new
MACRO CONTROLLO ESTERNO
Divieti alla caccia
La tragedia dei Commons
nella caccia alle balene
Intensità di caccia di A
B1
Balene prede di A
s
o
Rendimento per A
s
Gap di balene per A
Obiettivo di caccia di A
s
R1
o
Caccia complessiva
ritardo
Balene da Cacciare
s
s
R2
Rendimento per B
s
Intensità di caccia di B
B2
Balene prede di B
Popolazione di balene
s
o
MICRO CONTROLLO ESTERNO – Cambio gusti alimentari
Gap di balene per B
Obiettivo di caccia di B
piero.mella@unipv.it
96