

*Liceo “Regina Elena” - Acireale*

*Progetto PON C-1-FSE-2013-2006*

*Studio della complessità del mondo che ci circonda*

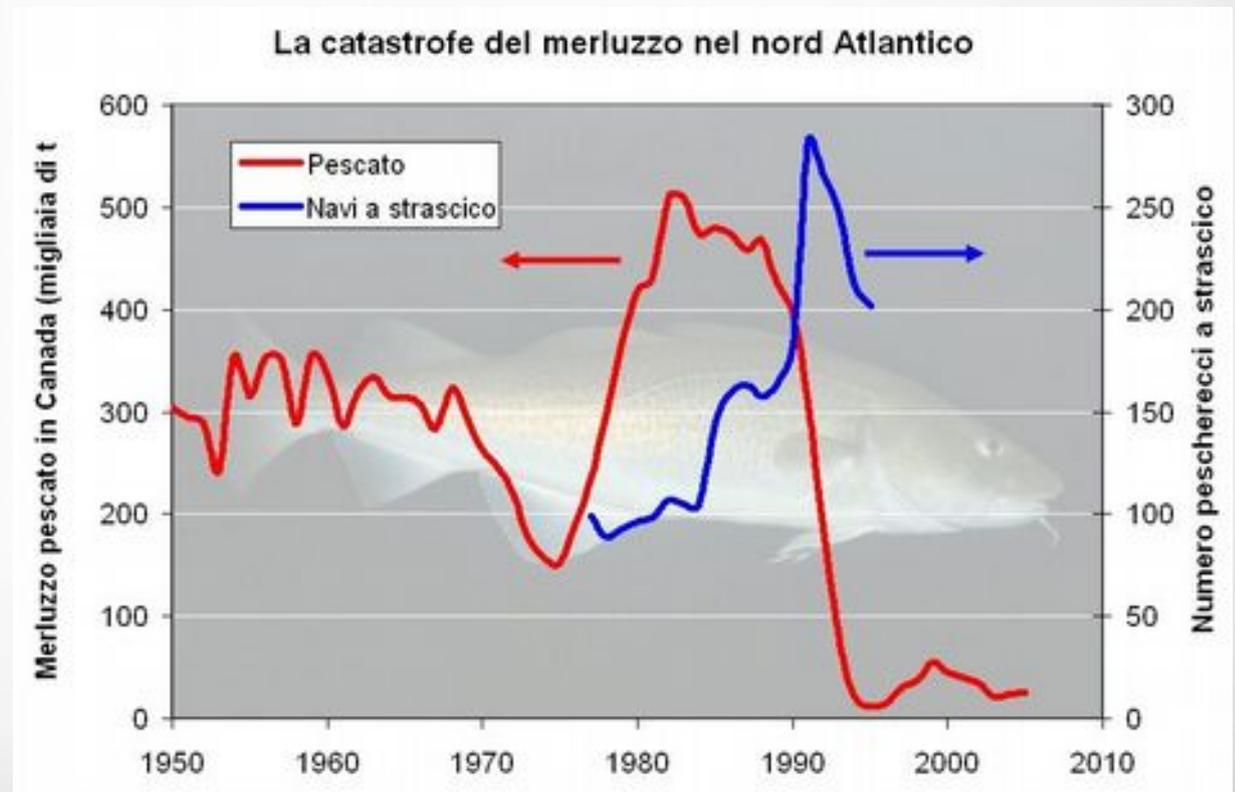
# Teoria delle catastrofi di Thom

*Prof. Salvatore Lizzio*

# Il regime caotico e le catastrofi

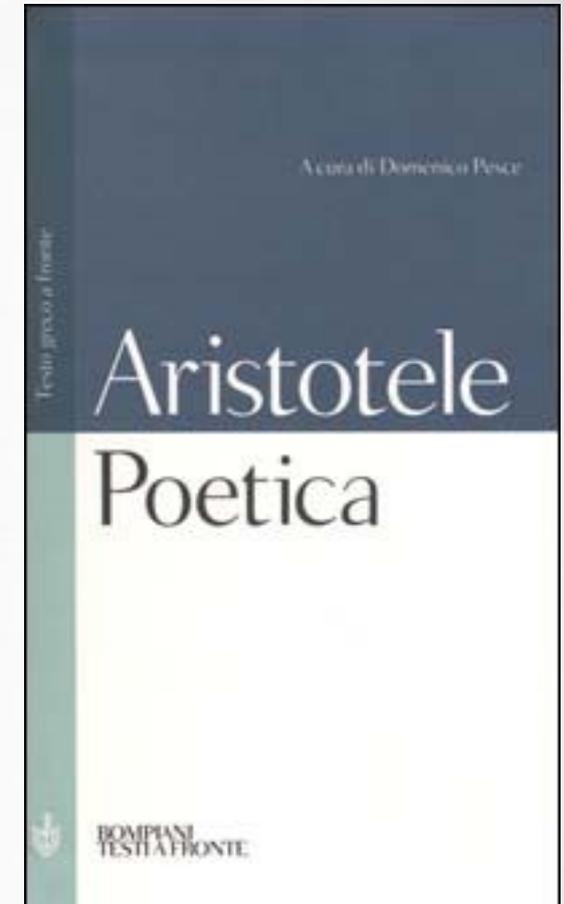
- Evolvendo in condizioni caotiche, un sistema complesso può improvvisamente trovare un **equilibrio stabile**

- Chiamiamo questo evento **catastrofe** che in natura può coincidere con **la morte del sistema**



# Teoria delle Catastrofi

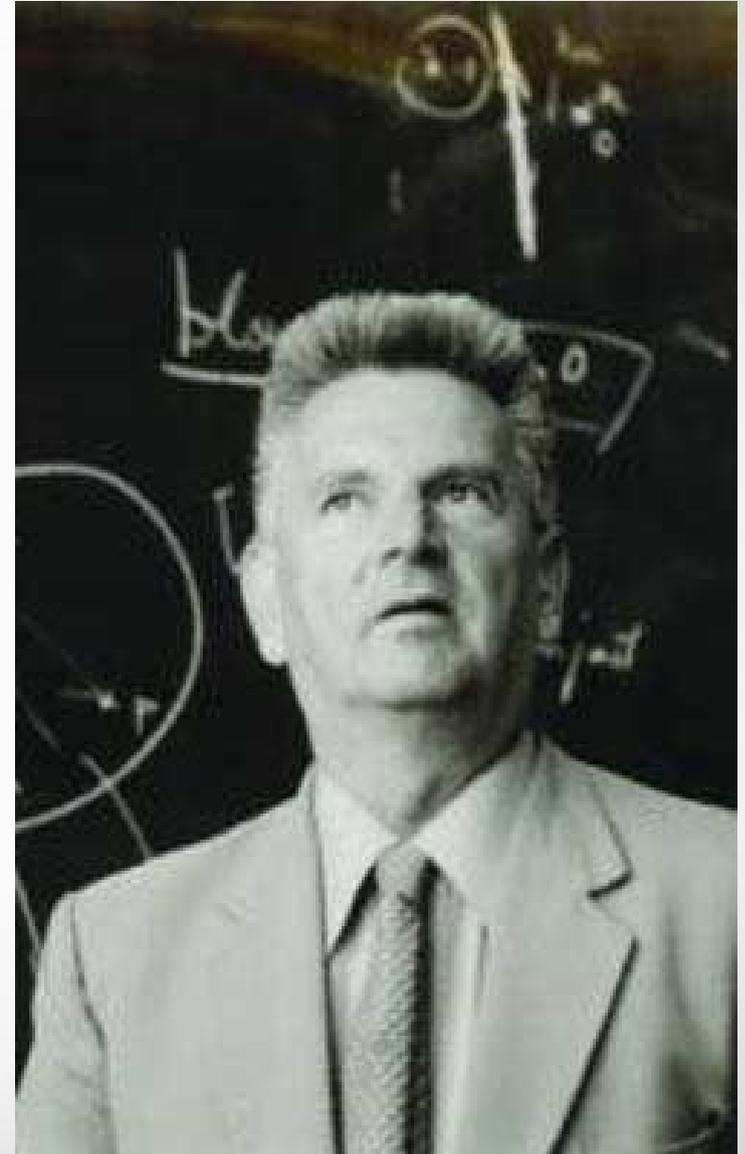
- Il termine **catastrofe** deriva dal greco *katastrofé* (**rivolgimento, rovesciamento**) ed etimologicamente non ha connotazione negativa.
- Nella *Poetica* di Aristotele indica un cambiamento repentino, il momento critico della tragedia, in cui il protagonista passa da uno stato di felicità ad uno di infelicità.



# Teoria delle Catastrofi

- La teoria delle catastrofi è stata esposta per la prima volta nel 1972 dal suo creatore, il francese René Thom, nel libro

“Stabilità strutturale e morfogenesi”.



# Teoria delle Catastrofi

- La teoria aveva il fine di modellare i **mutamenti discontinui e improvvisi** causati da **piccole e continue modificazioni dei parametri** osservati nei
  - ✓ **fenomeni naturali**  
(transizioni di fase, movimenti tellurici, cedimenti strutturali...)
  - ✓ nei **sistemi biologici**  
(DNA, cellule, embriologia,...)
  - ✓ nei **sistemi sociali**  
(comportamenti umani, crolli mercati finanziari...)



# Teoria delle Catastrofi

- Per Thom **la natura è un catalogo di forme** che nascono, entrano in conflitto fra loro, muoiono in un continuo divenire.
- **Le forme hanno una loro dinamica**, accanto ai domini di stabilità si osservano situazioni nelle quali piccole modifiche provocano grandi effetti.
- Le **catastrofi** rappresentano un repentino **passaggio da una forma ad un'altra**.

# Teoria delle Catastrofi

- Per Thom **la natura è un catalogo di forme** che nascono, entrano in conflitto fra loro, muoiono in un continuo divenire.
- **Le forme hanno una loro dinamica**, accanto ai domini di stabilità si osservano situazioni nelle quali **piccole modifiche provocano grandi effetti**.
- Le **catastrofi** rappresentano un repentino **passaggio da una forma ad un'altra**.



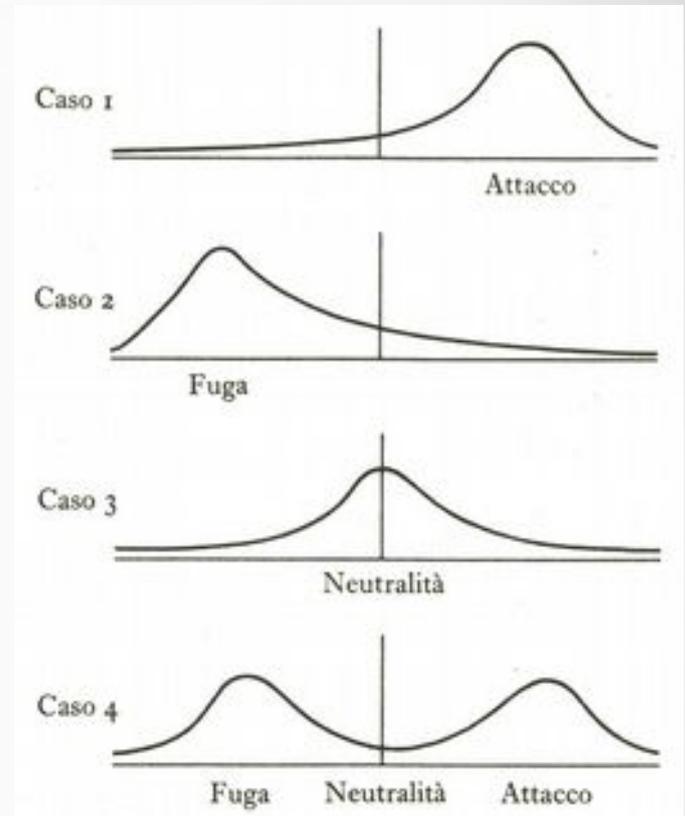
# Teoria delle Catastrofi: esempio 1

- Esempio: **percezione delle figure ambigue.**
- L'emergenza di una figura sullo sfondo od il suo opposto.
- Quando il meccanismo percettivo è operante risulta inarrestabile e discontinuo. Questo **fenomeno instabile, discontinuo e inarrestabile** è una **catastrofe** cioè un **salto da uno stato stabile ad un altro.**



# Teoria delle Catastrofi: esempio 2

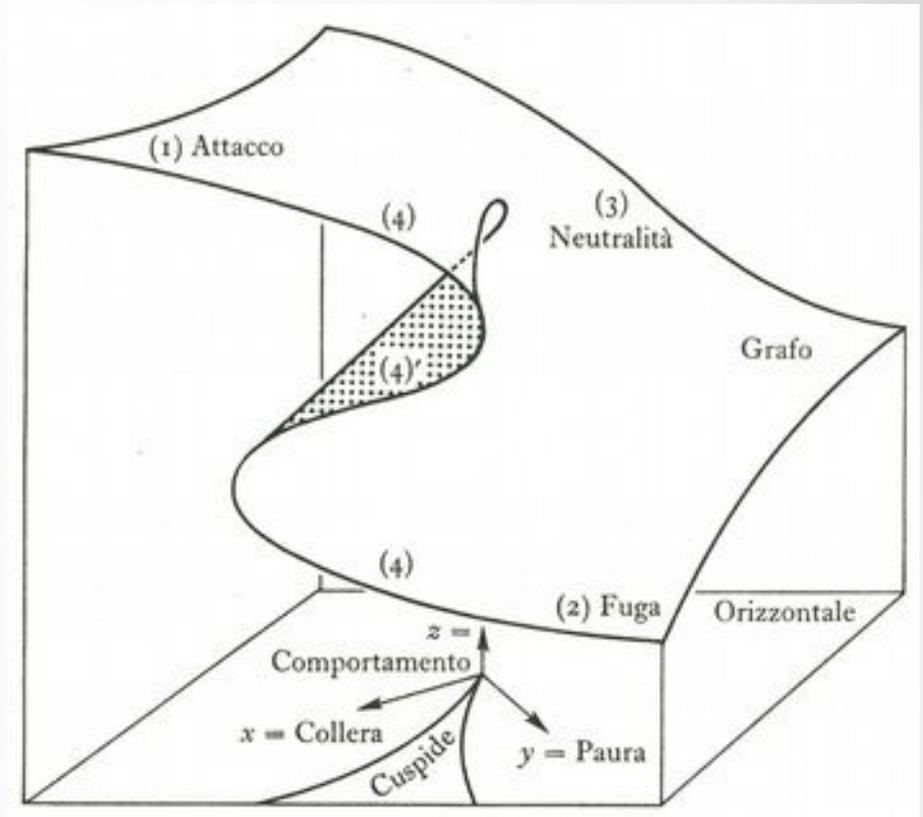
- Variazione probabile dell'**aggressività di un cane** in funzione delle variabili **collera** (caso 1, attacco) e **paura** (caso 2, fuga).



- Se entrambi le due variabili crescono il comportamento è imprevedibile: altrettanto probabile che il cane attacchi e fugga.

# Catastrofe a cuspidi

- Caso 1, solo la collera [(1) attacco]
- Casi [(2) fuga] e [(3) neutralità]
- Caso 4 con due punti (4) che indicano i due vertici della distribuzione di probabilità e un altro punto (4)' fra questi due che indica il **comportamento neutro meno probabile**.

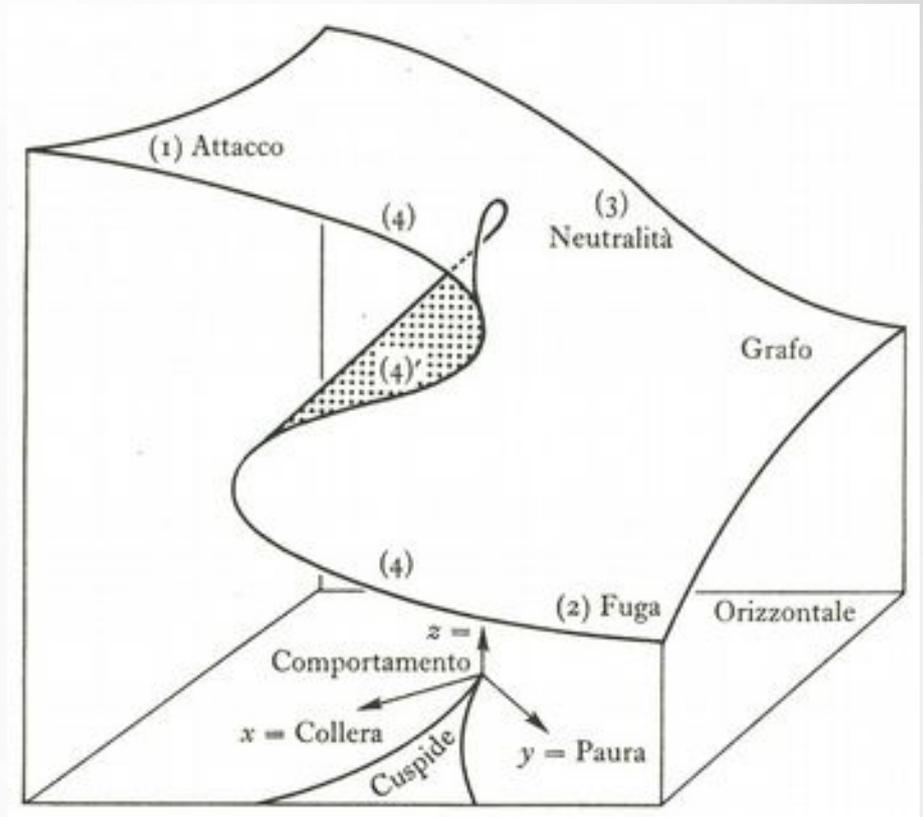


# Catastrofe a cuspidi

- Includendo i punti meno probabili e quelli più probabili

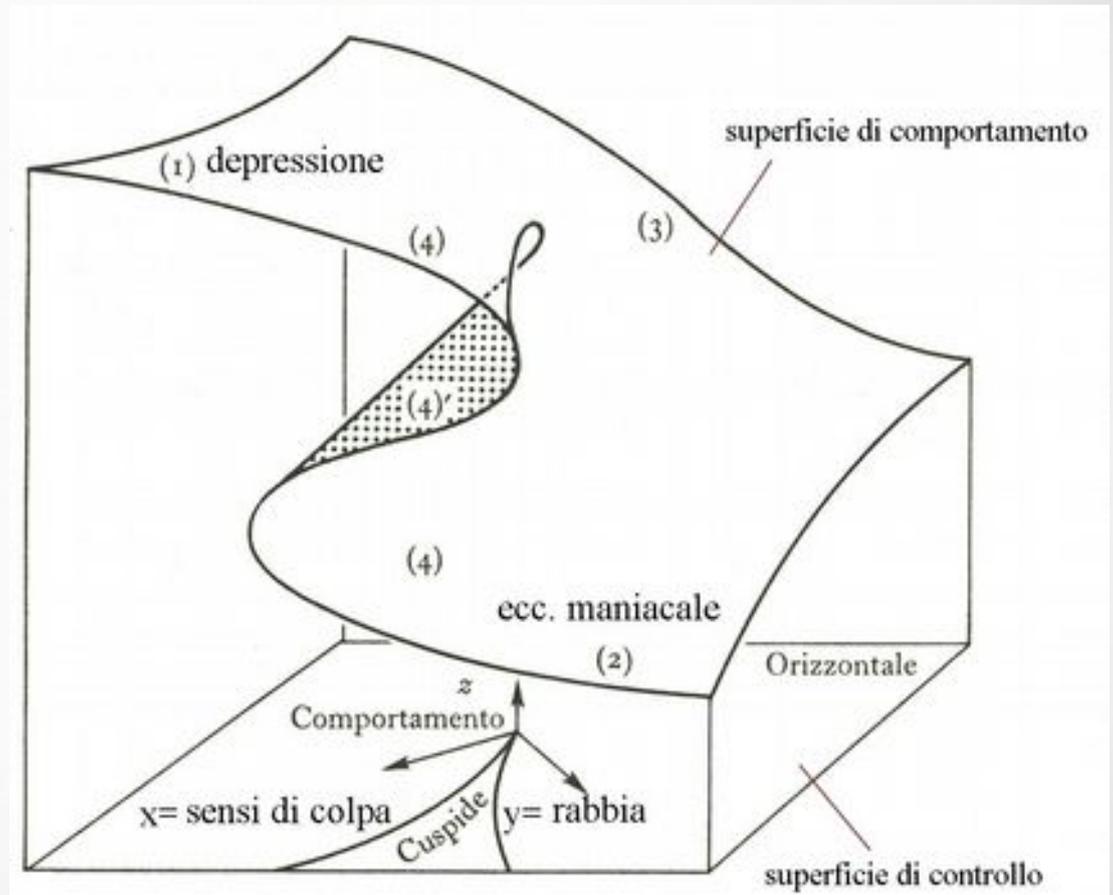
la superficie del grafo risulta liscia.

- Il **superficie sul piano orizzontale** (**cuspidi**) è il modello qualitativo che congiunge la **variabilità continua delle variabili** e la **discontinuità osservabile**.



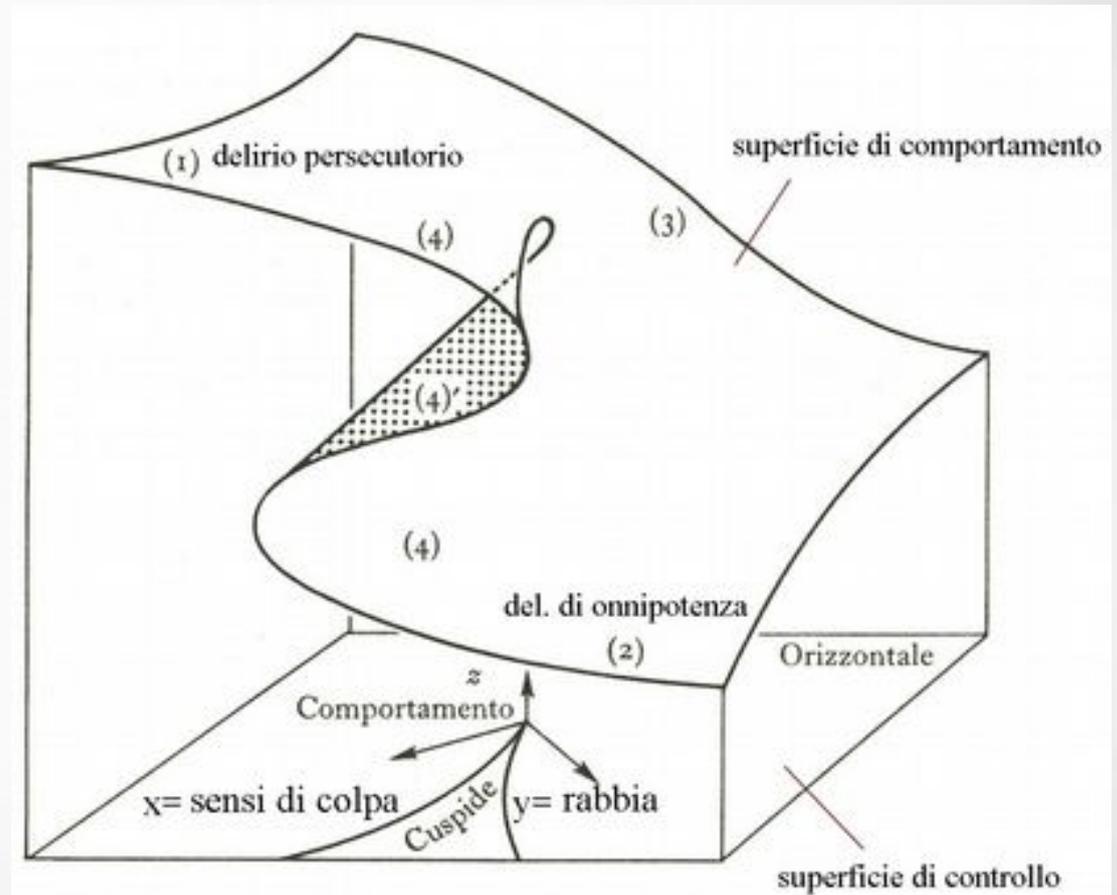
# Fenomenologia dei disturbi bipolari

- Spiegazione del passaggio dalla depressione (1) all'eccitazione (2) e degli stati misti (4) dovuti al mantenimento di uno stato di instabilità.



# Fenomenologia dei disturbi bipolari

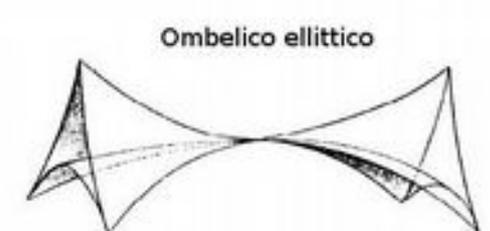
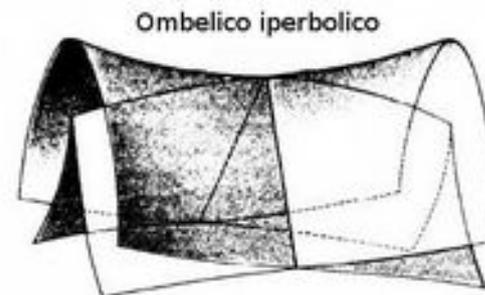
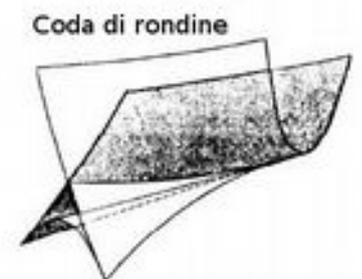
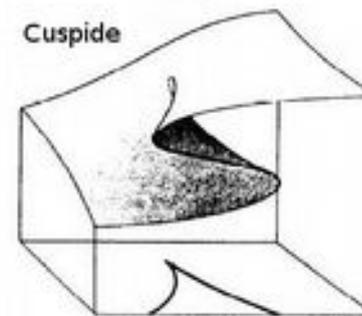
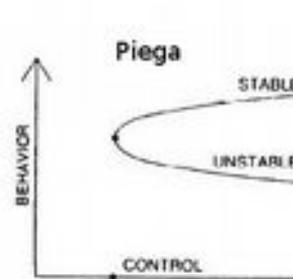
- Spiegazione del passaggio dal **delirio persecutorio (1)** al **delirio di onnipotenza (2)** e dei relativi **stati intermedi (4)**.



# Catastrofi elementari

- Thom afferma che per un numero di variabili di controllo minore o uguale a 4 vi possono essere solo **sette tipi** di "catastrofi elementari".

Catastrofe	Dimensioni		Funzione	
	di controllo	di comportamento		
Cuspidi	Piega	1	1	$\frac{1}{3}x^3 - ax$
	Cuspide	2	1	$\frac{1}{4}x^4 - ax - \frac{1}{2}bx^2$
	Coda di rondine	3	1	$\frac{1}{5}x^5 - ax - \frac{1}{2}bx^2 - \frac{1}{3}cx^3$
	Farfalla	4	1	$\frac{1}{6}x^6 - ax - \frac{1}{2}bx^2 - \frac{1}{3}cx^3 - \frac{1}{4}dx^4$
Ombelichi	Iperbolico	3	2	$x^2 + y^2 + ax + by + cxy$
	Ellittico	3	2	$x^2 - xy^2 + ax + by + cx^2 + cy^2$
	Parabolico	4	2	$x^2y + y^4 + ax + by + cx^2 + dy^2$



# L'orlo del caos e la precarietà



**Perturbazione**  
esterna



**Orlo del caos**  
(equilibrio instabile)

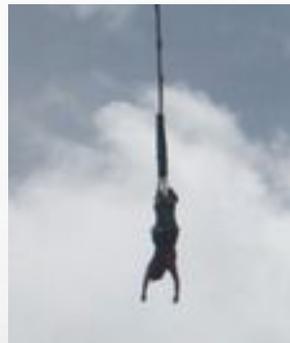


**Perturbazione**  
interna

**Caos**  
(catastrofe)



**Orlo del caos**  
(equilibrio instabile)



**Ordine**  
(equilibrio stabile)

