

TRA REALTÀ E SPECULAZIONE
CONFRONTO TRA LA BOLLA DOT-COM E L'ERA
DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Prof.ssa Mascolo Rita

RELATORE

MANIGLIA PAOLO

CANDIDATO

INDICE

INTRODUZIONE

Capitolo 1: Il ruolo della tecnologia nei mercati finanziari

1.1 La teoria delle grandi ondate di Carlota Perez: cicli tecnologici e rivoluzioni finanziarie

1.1.1 Turning point: la crisi come necessità di equilibrio

1.2 Robert Shiller e l'esuberanza irrazionale: non è solo questione di numeri

1.2.1 Dalla narrazione alla misurazione: il percorso dell'esuberanza

1.3 George Soros: il principio della riflessività

1.3.1 Dal ciclo boom-bust alla riflessività istituzionalizzata

1.4 Verso una visione sistemica: la convergenza dei modelli di analisi finanziaria

1.4.1 Struttura, contagio e motore: dall'anatomia della bolla al suo collasso

Capitolo 2: La bolla delle dot-com: euforia, avvertimenti e collasso

2.1 Da strumento scientifico a oggetto di speculazione

2.2 Gli avvertimenti e il loro prezzo

2.3 Il giro di boa: il sistema e la sua resa

2.3.1 Il conto presentato: il crollo e le sue conseguenze

Capitolo 3: L'intelligenza artificiale come sistema: tecnologia, capitale e potere

3.1 Il momento zero: dalla rete neurale alla corsa alle menti

3.2 Dal paradigma al limite fisico

3.3 Il circuito chiuso: valutazioni, concentrazione e autoalimentazione finanziari

3.3.1 Chip e minerali: la guerra per il controllo dell'infrastruttura AI

Capitolo 4: L'Analisi Comparativa: Mercati Pubblici, Mercati Privati e il Rischio Infrastrutturale

4.1 L'Analisi dei Mercati Azionari Pubblici: I Fondamentali Smentiscono la Narrativa della Bolla

4.2 La Performance Comparata: Similitudini Evidenti, Differenze Strutturali

4.3 La Valuation Compression: Quando gli Utili Battono i Prezzi

4.4 La Frattura tra Mercati Pubblici e Privati

4.4.1 Conclusione: Una Bolla Selettiva su una Rivoluzione Reale

CONCLUSIONE

BIBLIOGRAFIA

INTRODUZIONE

La domanda che questa tesi si propone di affrontare è tanto semplice nella forma quanto complessa nella sostanza: stiamo rivivendo la bolla dot-com? Negli ultimi anni, la corsa agli investimenti nell'intelligenza artificiale ha generato valutazioni senza precedenti, un'euforia narrativa pervasiva e una concentrazione di capitale in pochi titoli tecnologici che richiama, almeno superficialmente, la frenesia dei mercati a cavallo del Duemila. La letteratura economica ha già esplorato con profondità le dinamiche delle bolle speculative. Carlota Perez ha mostrato come ogni grande rivoluzione tecnologica attraversi fasi ricorrenti di installazione e distribuzione, con una fase di "frenesia" finanziaria strutturalmente incorporata nel ciclo; Robert Shiller ha dimostrato come le narrative virali e gli animal spirits alimentino cicli di esuberanza irrazionale misurabili attraverso strumenti come il CAPE ratio; George Soros ha descritto il meccanismo di riflessività con cui le aspettative degli investitori retroagiscono sui fondamentali, creando cicli boom-bust auto-rinforzanti. Ciò che la letteratura non ha ancora esaminato in modo sistematico è come questi tre framework si combinino nell'analisi comparativa tra il ciclo dot-com e il ciclo AI, e soprattutto come una tale analisi debba distinguere nettamente tra mercati pubblici e mercati privati, due arene che oggi mostrano dinamiche profondamente divergenti. Il contributo di questa tesi si situa esattamente in questo gap: proporre una lettura articolata individuando nella distinzione tra mercati quotati e mercati privati la chiave interpretativa per comprendere la specificità del rischio finanziario nell'era dell'intelligenza artificiale. La rilevanza pratica di questo esercizio è evidente: in un contesto in cui i principali fondi pensione, istituzioni finanziarie e investitori retail sono esposti significativamente al settore AI, comprendere se ci si trovi di fronte a un'euforia irrazionale o a una rivalutazione strutturalmente giustificata ha implicazioni dirette per l'allocazione del capitale e per la stabilità sistemica. La tesi si articola in quattro capitoli. Il primo fornisce il quadro teorico di riferimento, illustrando le teorie di Perez, Shiller e Soros e mostrandone la convergenza verso una visione sistemica delle bolle finanziarie. Il secondo ricostruisce la bolla dot-com nei suoi meccanismi causali: le condizioni istituzionali e normative che la resero possibile, gli avvertimenti ignorati e il meccanismo del crollo. Il terzo analizza l'intelligenza artificiale come sistema tecnologico, finanziario e geopolitico, esaminando la struttura del capitale, le dipendenze infrastrutturali e la concentrazione del potere di mercato. Il quarto capitolo conduce l'analisi comparativa quantitativa e qualitativa tra i due cicli, testando statisticamente la presenza di dinamiche di bolla nei mercati pubblici e documentando il surriscaldamento nei mercati privati. La conclusione sintetizza i risultati e formula raccomandazioni per la ricerca futura.

L'ipotesi centrale che questa tesi si propone di verificare è che il ciclo AI non costituisca una bolla speculativa in senso classico sui mercati pubblici, ma presenti caratteristiche di surriscaldamento selettivo nei mercati privati, configurando una bolla parziale sovrapposta a una rivoluzione tecnologica reale.

CAPITOLO 1: Il ruolo della tecnologia nei mercati finanziari

1.1 La teoria delle grandi ondate di Carlota Perez: cicli tecnologici e rivoluzioni finanziarie

La tappa iniziale per comprendere le dinamiche che guidano i mercati legati alle innovazioni tecnologiche risiede nella teoria neo-schumpeteriana delle grandi ondate di sviluppo introdotta da Carlota Perez (2002). Secondo l'economista lo sviluppo economico non si articola in un movimento lineare, bensì attraverso grandi ondate di trasformazione di una durata media di 50 anni tutte caratterizzate da una tecnologia innovativa che spinge la crescita.

La Perez ha individuato cinque rivoluzioni fondamentali dal XVIII secolo a oggi ognuna caratterizzata da un "Big Bang": un evento che segna la rottura con il passato e da un input produttivo che ha reso possibile l'innovazione¹:

- 1771 – Rivoluzione Industriale: Apertura del cotonificio di Arkwright. Input: Cotone.
- 1829 – Era del Vapore e delle Ferrovie: Test della locomotiva Rocket. Input: Carbone.
- 1875 – Era dell'Acciaio e dell'Ingegneria Pesante: Acciaierie Bessemer. Input: Acciaio.
- 1908 – Era dell'Automobile e della Produzione di Massa: Ford Modello T. Input: Petrolio.
- 1971 – Era dell'IT e delle Telecomunicazioni: Microprocessore Intel 4004. Input: Silicio.

L'aspetto più rilevante di questa cronologia è come ogni rivoluzione abbia imposto un nuovo paradigma tecno-economico dove ogni salto tecnologico non è isolato, ma l'inizio di un processo sistemico. Nonostante cambi la tecnologia, il modo in cui si sviluppano segue

¹ Perez, 2002, p.11

sempre uno schema fisso diviso in due grandi periodi: quello di installazione e quello di distribuzione.

Il periodo di installazione rappresenta i primi 20 o 30 anni di una rivoluzione tecnologica. In questo contesto, si vede da un lato il vecchio paradigma che ha guidato il ciclo precedente, dall'altro lato entra il nuovo che tenta di imporsi attraverso il processo che Joseph Schumpeter definiva di “distruzione creatrice”². Secondo l'analisi di Perez questo periodo è caratterizzato da due fasi distinte³.

La prima è la fase di “irruzione”, in cui la nuova tecnologia emerge improvvisamente con un vero e proprio “big bang” con cui una nuova tecnologia dimostra la capacità di essere più efficiente, diminuendo i costi di produzione o di informazione⁴.

In questa fase iniziale il capitale finanziario svolge un ruolo di fondamentale importanza: poiché le banche tradizionali e le grandi imprese sono spesso poco propense al rischio, non scommettono subito sul nuovo ma, saranno gli investitori ad alto rischio e il venture capital che, dopo un'attenta analisi di mercato, forniranno il carburante necessario per dare spinta all'innovazione. In questa prima fase capitale produttivo e capitale finanziario sono ancora allineati nei loro interessi.

Con il consolidarsi dei primi successi si presenta un potenziale enorme in termini di applicazione e profitti che attrae molti investimenti fortemente orientati al profitto e alla speculazione sui titoli, è qui che si entra nella fase di “frenesia” dove si assiste al punto di rottura, il capitale finanziario “si stacca” dalla realtà produttiva, questo fenomeno viene chiamato “financialization”⁵.

In questa circostanza gli investitori non allocano più il proprio denaro basandosi sui fondamentali delle aziende, non investono per creare nuovi macchinari o software (capitale produttivo) bensì, si inizia a scommettere solo sull'aumento dei prezzi dei titoli in borsa.

² Schumpeter, 1942, p. 83

³ Perez, 2002, pp. 36-40

⁴ Ibid., pp. 47-49

⁵ Ibid., pp. 50-52 e p. 75

La fase di “frenesia” non è solo un dato quantitativo, ma un fenomeno psicologico che Robert Shiller ha esposto alla perfezione nel suo titolo *Irrational exuberance*⁶.

C'è un'ulteriore causa all'accelerazione del disaccoppiamento, definita come il “disallineamento istituzionale”: le istituzioni sono troppo lente a reagire a questi cambiamenti violenti, ancora ancorate nelle vecchie leggi che funzionavano per la tecnologia precedente, restano indietro e non riescono a intervenire frenando la speculazione che culminerà nella formazione di una bolla speculativa⁷.

La crisi arriva qui, quando gli investitori più esperti individuano il disaccoppiamento tra rendimento finanziario e valore produttivo, di conseguenza iniziano a vendere per incassare i profitti. Il conseguente inizio delle vendite rompe il clima di fiducia, innescando quello che Shiller descrive come il passaggio da un “contagio della speranza” a un “contagio della paura”⁸. L'effetto cascata che si scatuisce erode la liquidità, tutti vendono facendo crollare vertiginosamente i prezzi.

1.1.1 Turning Point: la crisi come necessità di equilibrio

Secondo l'analisi di Perez, dopo il crash si assiste al cosiddetto "turning point", cioè il momento di massima tensione nel ciclo della rivoluzione tecnologica, che funge da cerniera tra la fase di installazione e quella di dispiegamento. In questo frangente, il mercato attraversa una vera e propria ristrutturazione, naturale e necessaria, che agisce simultaneamente su più livelli.

Il primo effetto è una selezione darwiniana tra le imprese. Durante la frenesia, molte società costruiscono modelli di business puramente speculativi che sopravvivono solo grazie all'euforia degli investitori; con il turning point, queste vengono spazzate via, lasciando spazio a chi ha sviluppato un'offerta con reale utilità produttiva. È il caso di Amazon, sopravvissuta al crollo del 2000, di cui parleremo ampiamente nel capitolo successivo. Parallelamente, il

⁶ Shiller, 2015, pp. 191–212

⁷ Perez, 2002, pp. 114–117

⁸ Shiller, 2015, pp. 191–200

capitale finanziario, ora spaventato, si sposta verso settori meno rischiosi, permettendo al capitale produttivo di tornare al centro della scena e di focalizzarsi sull'efficienza e sui profitti reali⁹.

Tuttavia, questa ristrutturazione di mercato da sola non è sufficiente a garantire la transizione verso una nuova fase di crescita stabile. Perez sostiene che sia indispensabile l'intervento dello stato per colmare quello che definisce "institutional gap": il vuoto normativo che si è accumulato durante la frenesia, quando le istituzioni, ancora ancorate alle regole del paradigma precedente, non sono riuscite a tenere il passo con la velocità dell'innovazione. È attraverso nuove regolamentazioni, tasse e incentivi che lo stato costringe i mercati a tornare a servire l'economia reale invece di auto-alimentarsi¹⁰.

L'esempio più emblematico di questo meccanismo è il New Deal statunitense degli anni '30. Dopo il crollo del 1929, in piena era dell'automobile e della produzione di massa, l'intervento federale fu determinante per la ripresa. L'istituzione della SEC nel 1934, creata per regolare la borsa, e il Glass-Steagall Act del 1933, che sancì la separazione tra banche commerciali e banche d'investimento, colmarono quel vuoto normativo che aveva permesso gli eccessi speculativi degli anni '20. Questi provvedimenti indirizzarono le risorse verso il capitale produttivo, finanziando infrastrutture come la rete autostradale che trasformarono l'automobile da bene di lusso a pilastro della classe media, innescando quella che Perez definisce una "Età dell'Oro" ¹¹.

Oggi, come negli anni '30, ci troviamo di fronte a un evidente vuoto normativo riguardo l'intelligenza artificiale, che rende questa tecnologia molto difficile da controllare e soprattutto da democratizzare. A ciò si aggiunge il fatto che la velocità dell'innovazione è ormai assimilabile a una funzione esponenziale, in cui ogni traguardo tecnologico non è solo un punto d'arrivo ma un catalizzatore che riduce drasticamente il tempo necessario per la scoperta successiva, come sostenuto da Ray Kurzweil con la legge dei ritorni accelerati¹².

⁹ Perez, 2002, pp. 52-53

¹⁰ Ibid., pp. 114-117

¹¹ Ibid., pp. 119-123 e pp. 127-130

¹² Kurzweil, 2005, pp. 24-29

Superato il periodo di crisi e instabilità, inizia il secondo grande periodo del ciclo: quello di distribuzione. Si tratta di una fase di stabilità e riallineamento a seguito della tempesta finanziaria appena superata. Questa macro-fase si apre con lo stadio di "sinergia", in cui l'innovazione tecnologica non è più percepita come un elemento di rottura speculativo, ma viene accettata e assimilata come lo standard produttivo prevalente. Grazie all'intervento statale si garantisce meno volatilità, dando spazio al capitale finanziario di concentrarsi sui fondamentali delle aziende, non ricercando più profitti veloci ma basati sull'efficienza e sulla qualità dei prodotti. Se nel 2000 internet era una scommessa, nella fase di sinergia seguente è diventata l'infrastruttura portante per banche, ospedali e l'intera catena logistica mondiale¹³. L'ultima fase del ciclo è la "maturità": la tecnologia che ha guidato l'ondata non è più vista come una novità, i mercati sono saturi e i rendimenti iniziano a ridursi. È in questo clima che il sistema economico ha estratto quasi tutto il valore dal paradigma corrente, e i player alla ricerca di nuove opportunità di mercato aprono lo scenario a nuove possibili scintille per la rivoluzione successiva¹⁴.

1.2. Robert Shiller e l'esuberanza irrazionale: non è solo questione di numeri

"Il mercato azionario è, nella sua essenza, un fenomeno di psicologia sociale; è una struttura costruita su fondamenta di fiducia e di storie, piuttosto che su calcoli puramente economici".

Questa riflessione introduce esattamente il nucleo della teoria di Shiller, ci fa comprendere come i mercati non siano mossi unicamente da algoritmi o bilanci, ma da impulsi collettivi e dinamiche comportamentali¹⁵.

Come già introdotto, se Perez identifica nella fase di frenesia il disaccoppiamento tra capitale finanziario e capitale produttivo¹⁶, Shiller descrive il motore di questo fenomeno attraverso il processo di contagio sociale e la diffusione di narrative virali¹⁷.

¹³ Perez, 2002, pp. 53-54

¹⁴ Ibid., pp. 54-56

¹⁵ Shiller, 2015, pp. 1-4

¹⁶ Perez, 2002, p.75

¹⁷ Shiller, 2015, pp. 175-177

Nella teoria economica classica, l'uomo viene visto come homo economicus, perfettamente razionale, che agisce elaborando tutte le informazioni disponibili per fare la scelta migliore, massimizzando la propria utilità¹⁸.

Tuttavia, Shiller comprende che la teoria non rispecchia la realtà: riprendendo un'intuizione originale di John Maynard Keynes, introduce insieme a George Akerlof il concetto di animal spirits.

Questi rappresentano la componente non razionale e psicologica del mercato. Si tratta di una spinta spontanea all'azione che si genera in seguito a uno stato mentale di estrema fiducia e di ottimismo.

L'economia non è mossa solo da fondamentali tecnici, ma da oscillazioni emotive: quando gli animal spirits prevalgono, la propensione al rischio cresce insieme al desiderio di partecipare al guadagno altrui¹⁹.

Con questo clima psicologico, in cui ognuno è facilmente influenzabile e propenso all'azione, Shiller definisce il feedback loop.

In un mercato in preda all'euforia, l'aumento dei prezzi non viene letto come un segnale di sopravvalutazione, ma come la prova del successo imminente. Tutto ciò attira nuovi capitali che a loro volta spingeranno i prezzi ancora più in alto, creando un circolo che si autoalimenta fino a distaccarsi completamente dalla realtà produttiva.

1.2.1 Dalla narrazione alla misurazione: il percorso dell'esuberanza

Affinché questi impulsi diventino realmente "pericolosi" per la generazione di una bolla, l'innovazione da sola non sarebbe tuttavia capace di attirare così tanti investimenti: deve essere accompagnata da una forte narrazione che stimoli ancora di più il mercato, diffondendosi nell'intera società.

¹⁸ Persky, 1995, p. 3

¹⁹ Akerlof, G. A., & Shiller, R. J., 2009, pp. 3-4

Le quattro parole più costose nella storia della finanza sono: "Questa volta è diverso". Espressione comunemente attribuita a Sir John Templeton, dopo aver assistito in prima persona al crash del 1929, alla crisi degli anni '70 e al Black Monday del 1987, sintetizzò in una sola massima il pattern psicologico che aveva visto ripetersi per oltre sessant'anni di mercati. L'ironia della storia volle che quelle parole, venissero sistematicamente ignorate nel decennio immediatamente successivo, quando il mantra "internet cambia tutto" trascinò i mercati verso la bolla del 2000. Nonostante ciò, queste parole hanno continuato a essere ignorate ad ogni rivoluzione fino al punto di non ritorno. La frase di Templeton si può definire come la madre delle narrative che agisce in ogni rivoluzione, ed è sulla base di questa che poi tutte le narrative di ogni tecnologia prendono forma e potenza, divenendo frasi ad effetto che hanno trasformato il dubbio in cieco entusiasmo capace di disattivare i meccanismi di difesa razionale degli investitori²⁰.

Durante la rivoluzione delle ferrovie nel Regno Unito (la cosiddetta railway mania del 1840), lo slogan dominante prometteva "l'annientamento dello spazio e del tempo".

La società, che fino ad allora aveva sempre visto la geografia come un limite insormontabile, ora è completamente in estasi per il cambiamento rivoluzionario a cui si sta arrivando, rendendo ogni investimento ferroviario una certezza verso la ricchezza infinita.

Il mantra che guidò la frenesia prima dello scoppio della bolla del 2000 fu "internet cambia tutto".

Chiunque provasse a sollevare dubbi a riguardo veniva visto come qualcuno che non comprende il nuovo.

Nonostante ci sia un frangente di 160 anni tra le due rivoluzioni, la dinamica attraverso la quale la società viene influenzata è la stessa: "questa volta è diverso" è la frase che permette di ignorare secoli di storia economica a favore dell'innovazione.

Oggi la narrativa sull'intelligenza artificiale viene descritta come "una rivoluzione più profonda dell'elettricità o del fuoco". Qui l'eco delle parole di Templeton si fa sentire, chiarendo che, nonostante le tecnologie cambino, la struttura psicologica che permette alla

²⁰ Shiller, 2015, p. 168

società di credere che le vecchie regole del mercato non siano più applicabili rimane costante.

Proprio perché consapevole di queste dinamiche impulsive ed emotive, Shiller ricercò un modo per ottenere evidenze oggettive al fine di analizzare i mercati e dedurne lo stato, affiancando così alla dimensione narrativa uno strumento quantitativo.

Il P/E tradizionale era considerato da Shiller uno strumento miope, poiché utilizza il prezzo delle azioni attuale confrontandolo con gli utili dell'anno precedente, risultando incapace di cogliere le tendenze di lungo periodo.

Durante una recessione, gli utili delle aziende crollano facendo sembrare il prezzo delle azioni "caro". Viceversa, in un momento di boom, gli utili sono gonfiati facendo apparire le azioni "economiche".²¹

Shiller era alla ricerca di uno strumento che ripulisse l'andamento da massimi o minimi estremi, con il fine di verificare se il mercato sia realmente in crescita o puramente in preda di un'epidemia psicologica.

Benjamin Graham e David Dodd già nel 1934 suggerivano di usare medie pluriennali degli utili per ricercare più verità nelle analisi di mercato.

La formalizzazione tecnica del CAPE Ratio avviene nel 1998 con il Valuation Ratios and the Long-Run Stock Market Outlook, attraverso il quale John Campbell e Robert Shiller dimostrarono statisticamente che, sebbene i mercati nel breve periodo appaiano imprevedibili, essi mostrano una spiccata tendenza alla "regressione verso la media" su orizzonti decennali.

L'intuizione di ripulire i dati dal "rumore" della volatilità di breve termine ha permesso di svelare la verità dietro l'euforia della fine degli anni '90, segnalando una sopravvalutazione storica che i parametri tradizionali non riuscivano a cogliere.

In definitiva, Shiller e lo sviluppo del CAPE Ratio costituiscono una vera e propria lente critica per interpretare le distorsioni del valore nei mercati contemporanei.

²¹ Shiller, 2015, pp. 3-9

Come si approfondirà nel secondo capitolo, vedremo come le sue intuizioni troveranno la loro conferma storica nella bolla delle dot-com del 2000²².

Tuttavia, se Shiller chiarisce come le narrative e il contagio sociale influiscano sulle scelte degli investitori, resta da spiegare il meccanismo attraverso il quale le illusioni psicologiche riescano a modificare fisicamente l'andamento dei prezzi e la struttura delle imprese.

Questo concetto viene espresso al meglio da George Soros attraverso la teoria della riflessività.

1.3 George Soros: il principio della riflessività

La teoria economica neoclassica si fonda sull'ipotesi dei mercati efficienti, secondo cui i prezzi riflettono fedelmente il valore intrinseco degli asset, basandosi su tutta l'informazione disponibile²³. In questo modello, il mercato è un meccanismo passivo che reagisce a dati oggettivi.

George Soros rompe questo paradigma attraverso l'introduzione del concetto di riflessività. Soros sostiene che i partecipanti al mercato non sono osservatori distaccati che reagiscono a eventi esterni, ma sono attori che, con le loro convinzioni e azioni, contribuiscono a determinare gli eventi stessi. Si viene a creare un circuito di retroazione (feedback loop) in cui le aspettative dei partecipanti influenzano i fatti e, a loro volta, i fatti influenzano le aspettative. In questa dinamica, la distinzione tra realtà e opinione sfuma, rendendo il mercato un partecipante attivo alla creazione del valore²⁴.

Per comprendere a pieno queste dinamiche bisogna considerare che il mercato non è formato solo da piccoli risparmiatori, ma anche da colossi finanziari che, spostando volumi importanti di capitali, sono capaci di generare movimenti auto-avveranti, costringendo gli altri attori a reagire.

²² Ibid., pp. 204-207

²³ Fama, 1970, p. 383

²⁴ Soros, 1987, pp. 27-34

L'esempio più emblematico di questa forza d'urto è riscontrabile nel "mercoledì nero" del 16 settembre 1992, quando Soros, attraverso il suo Quantum Fund, vendette allo scoperto un ammontare di 10 miliardi di dollari a sfavore della sterlina in seguito alla sua intuizione che la Banca d'Inghilterra stesse cedendo. La sua massiccia operazione di vendita mise una pressione tale sulla valuta inglese che la banca centrale fu costretta ad alzare i tassi d'interesse dal 10% al 12% nel disperato tentativo di frenare le vendite. Per ogni sterlina che la Banca d'Inghilterra comprava per sostenere il prezzo, il mercato ne vendeva dieci, rendendo vano ogni tentativo. Alla fine, ne uscì sconfitta, uscendo dal sistema di cambi fissi. Soros non aveva solo "previsto" la svalutazione, ma la sua enorme operazione l'aveva accelerata rendendola inevitabile²⁵. Questo scontro tra colossi finanziari e grandi banche è quindi la dimostrazione lampante della teoria della riflessività di Soros.

1.3.1 Dal ciclo boom-bust alla riflessività istituzionalizzata

Il mercoledì nero illustra la riflessività in azione su un singolo evento, ma Soros ne descrive anche la logica sequenziale nel tempo. Come per la teoria delle grandi ondate di Carlota Perez, infatti, anche il concetto di riflessività segue fasi precise. Soros descrive come la formazione di una bolla non sia un errore casuale, ma una sequenza logica di eventi che egli sintetizza nel modello Boom-Bust, articolato in quattro stadi²⁶.

Il primo è il riconoscimento del trend: tutto parte da un fondamento reale, spesso identificabile in una nuova tecnologia o in un mutamento normativo, che Perez definirebbe fase di irruzione. Segue l'accelerazione, in cui il bias positivo si diffonde tra gli investitori apportando capitale e facendo crescere il prezzo. Qui troviamo la manifestazione della riflessività: il prezzo sale, l'azienda cresce sulla carta, e questo attira altri capitali²⁷. Il terzo stadio è il Twilight Period (il periodo del crepuscolo): è il momento cruciale attraverso il quale si arriva alla formazione di una bolla; il trend continua a salire per inerzia riflessiva, ma i fondamentali iniziano a non rispecchiare le valutazioni di mercato eccessive²⁸. Shiller

²⁵ Mallaby, S., 2010, pp. 154-156

²⁶ Soros, 1987, pp. 49-58

²⁷ Ibid., pp. 51-52

²⁸ Ibid., pp. 52-53

vedrebbe l'esuberanza massima e Perez la "frenesia". Il mercato diventa estremamente vulnerabile, poiché la sopravvivenza del trend dipende interamente dal mantenimento del bias positivo degli investitori. L'ultimo stadio è il punto di inversione: il circuito riflessivo si inverte, un piccolo calo di prezzi porta alla diffusione di un bias negativo tra gli investitori, i capitali fuggono e si arriva allo scoppio della bolla²⁹.

In definitiva, questa "realtà riflessiva" è ciò che rende le bolle tecnologiche difficili da contrastare in tempo reale. Esse sono composte da infrastrutture, dipendenti e tecnologie tangibili, il tutto finanziato però da un'euforia che non ha fondamenti nel profitto reale. Se il modello Boom-Bust descrive la dinamica ciclica della riflessività, occorre chiedersi come questa si manifesti nel panorama finanziario contemporaneo. Storicamente la riflessività emergeva principalmente in seguito alle decisioni di grandi speculatori e dalla reazione emotiva delle folle; nel contesto odierno, il fenomeno è diventato sempre più meccanico e automatizzato. Il massiccio avvento della tecnologia insieme alla nascita dei grandi gestori patrimoniali ha accelerato il circuito di retroazione tra prezzi e fondamentali con l'ausilio di protocolli informatici e mandati di gestione passiva. Robin Wigglesworth spiega come l'ascesa di colossi come BlackRock, Vanguard e State Street, attraverso la gestione di trilioni di dollari in fondi indicizzati (ETF) che replicano passivamente panieri come l'S&P 500 o il Nasdaq 100, abbia potenziato l'effetto della riflessività³⁰. Poiché questi indici sono pesati per capitalizzazione di mercato, più il prezzo di un titolo sale, più il suo peso nell'indice aumenta. Di conseguenza, ogni nuovo dollaro che entra in un ETF contribuirà all'acquisto, in proporzione, dei titoli già cresciuti. Si crea così un meccanismo perfettamente riflessivo dove il prezzo sale non perché effettivamente i presupposti siano migliorati, ma perché il flusso di capitale va in quella direzione.

Questo processo convalida il bias di Soros su scala istituzionale: il capitale non sceglie più l'azienda in base al valore (funzione cognitiva), ma la conferma in base al prezzo (funzione partecipativa). In questo scenario, la riflessività non è più un'eccezione causata dall'esuberanza umana, ma una caratteristica intrinseca dell'infrastruttura stessa dei mercati

²⁹ Ibid., pp. 53

³⁰ Wigglesworth, 2021, pp. 251-285

moderni, rendendo le bolle tecnologiche ancora più rapide nella crescita e potenzialmente più violente nella fase di correzione.

1.4 Verso una visione sistemica: la convergenza dei modelli di analisi finanziaria

L'analisi condotta finora dimostra come le bolle tecnologiche non possano essere comprese attraverso una singola lente interpretativa, ma richiedano un approccio multidisciplinare.

I contributi di Carlota Perez, Robert Shiller e George Soros permettono di superare una visione unidimensionale delle bolle speculative, proponendo un modello in cui la variabile macro-storica, la componente psicologica e la dinamica di mercato si intrecciano in modo indissolubile.

Questi tre modelli convergono verso una visione sistemica che rende l'analisi delle bolle più ricca e stratificata, sebbene, come si vedrà, la loro integrazione non sia priva di frizioni teoriche.

1.4.1 Struttura, contagio e motore: dall'anatomia della bolla al suo collasso

L'interazione tra i modelli di Perez, Shiller e Soros permette di osservare la bolla speculativa come un unico organismo dinamico, in cui ogni teoria fornisce il terreno necessario allo sviluppo della successiva. Carlota Perez fornisce la cornice, ossia la mappa macro-storica. Attraverso la sua distinzione tra capitale finanziario e produttivo, definisce il perimetro temporale entro cui il mercato inizia a distaccarsi dalla realtà. È la fase di "irruzione" di una nuova rivoluzione tecnologica a creare lo spazio di opportunità che permette il disallineamento dei valori³¹. Una volta definito questo terreno, Robert Shiller identifica il catalizzatore, la scintilla psicologica. Attraverso il concetto di esuberanza irrazionale, spiega come la novità tecnologica insieme a una forte narrazione diventi una vera e propria epidemia sociale. In questo stadio, il contagio emotivo annulla la prudenza dell'investitore

³¹ Perez, 2002, pp. 99-113

razionale, trasformando il potenziale tecnologico in un oggetto di fede collettiva³². George Soros, infine, descrive il motore, la meccanica attraverso la quale i prezzi si muovono. La riflessività spiega come il contagio mentale descritto da Shiller comporti una modifica strutturale dei valori di mercato. In questa fase, grazie all'afflusso di capitali, le aziende crescono realmente, validando temporaneamente la narrativa euforica e spingendo il mercato lontano dall'equilibrio³³.

Questa progressione, cornice, catalizzatore, motore, appare lineare e coerente, ma un esame più attento rivela tensioni che meritano di essere esplicitate. La prima riguarda il rapporto tra determinismo e imprevedibilità. Perez descrive le rivoluzioni tecnologiche come cicli ricorrenti di circa cinquant'anni, scanditi da fasi che si ripetono con regolarità quasi strutturale³⁴. La riflessività di Soros, al contrario, si fonda sull'idea che i mercati siano intrinsecamente imprevedibili proprio perché i partecipanti ne alterano continuamente le condizioni con le loro stesse azioni³⁵. Se le bolle seguono uno schema fisso, come sostiene Perez, la riflessività dovrebbe essere in qualche misura anticipabile; ma se la riflessività è genuinamente indeterminata, la regolarità ciclica di Perez rischia di essere una razionalizzazione *ex post* più che un modello predittivo. Questa tensione non invalida nessuno dei due approcci, ma suggerisce che la loro integrazione funzioni meglio come strumento interpretativo retrospettivo che come meccanismo di previsione. La seconda frizione riguarda il ruolo della razionalità. Shiller costruisce la sua teoria sull'irrazionalità sistematica degli investitori, mossi da contagio sociale e narrative virali. Soros, pur riconoscendo il ruolo del bias, attribuisce a grandi attori istituzionali, come dimostra il caso del mercoledì nero, la capacità di sfruttare razionalmente e strategicamente le distorsioni del mercato. In altri termini, nella riflessività di Soros c'è spazio sia per l'irrazionalità delle folle sia per il calcolo lucido di chi quelle folle le cavalca. Il modello integrato, pertanto, non descrive un mercato uniformemente irrazionale, ma un sistema in cui gradi diversi di razionalità e di potere coesistono e si alimentano reciprocamente. Va inoltre osservato un limite che accomuna tutti e tre i modelli: nessuno di essi offre un criterio operativo per stabilire *in tempo reale* quando una bolla stia per scoppiare. Perez descrive le fasi *a*

³² Shiller, 2015, p.10

³³ Soros, 1987, pp. 40-48

³⁴ Perez, 2002, pp. 3-7

³⁵ Soros, 1987, pp. 27-35

posteriori, Shiller stesso ha riconosciuto che il CAPE Ratio segnala sopravvalutazione ma non fornisce un *timing* preciso del crollo³⁶, e la riflessività di Soros, per definizione, rende il punto di inversione dipendente da variabili che si determinano nel momento stesso in cui agiscono. È una limitazione intrinseca di qualsiasi teoria delle bolle.

Fatte queste precisazioni, è nell'analisi del crollo che il potenziale convergente dei tre modelli si manifesta con maggiore evidenza. Attraverso i tre punti di vista si definisce la crescita fino al punto di non ritorno: il *turning point*.

Da un lato, la potenza delle narrative di Shiller e la riflessività di Soros spingono i prezzi verso l'alto, costruendo una convinzione nella mente degli investitori in cui il valore sembra dipendere unicamente dalla capacità di attrarre nuovi capitali. Dall'altro, però, Perez ci riporta alla realtà, facendo ritornare la capacità della tecnologia di generare profitti reali al primo posto. Quando la velocità della finanza supera drasticamente la capacità dell'innovazione di produrre ricchezza tangibile, il sistema entra in quello che Soros definisce "periodo del crepuscolo"³⁷. In questo stadio la stabilità non esiste più. Il mercato, ormai dominato da algoritmi e meccanismi istituzionali che operano in modo puramente riflessivo, diventa fragilissimo. Ogni minimo segnale di realtà, che si tratti di un utile deludente, un cambio dei tassi o una notizia geopolitica sfavorevole, può agire come l'ago che fa scoppiare la bolla. Quando accade ciò ci ritroviamo nell'atto finale del ciclo: è il momento in cui la funzione cognitiva riprende bruscamente il sopravvento sulla partecipativa³⁸. Gli investitori iniziano a svegliarsi dal contagio sociale, come direbbe Shiller, smettono di cercare di cambiare la realtà attraverso le loro operazioni e iniziano a osservarla per quella che è. Questo ritorno alla realtà si manifesta come un riallineamento violento verso i fondamentali economici, tendendo verso la media storica di Shiller, definita con il CAPE Ratio³⁹.

In sintesi, la teoria economica sviluppata finora ci suggerisce che le bolle non siano anomalie del mercato, ma fasi ricorrenti del capitalismo tecnologico. La forza di questo modello integrato risiede nella sua capacità di spiegare non solo il "quando" con Perez e il "perché"

³⁶ Shiller, 2015, p. 206

³⁷ Soros, 1987, pp. 52-53

³⁸ Ibid., pp. 30-35

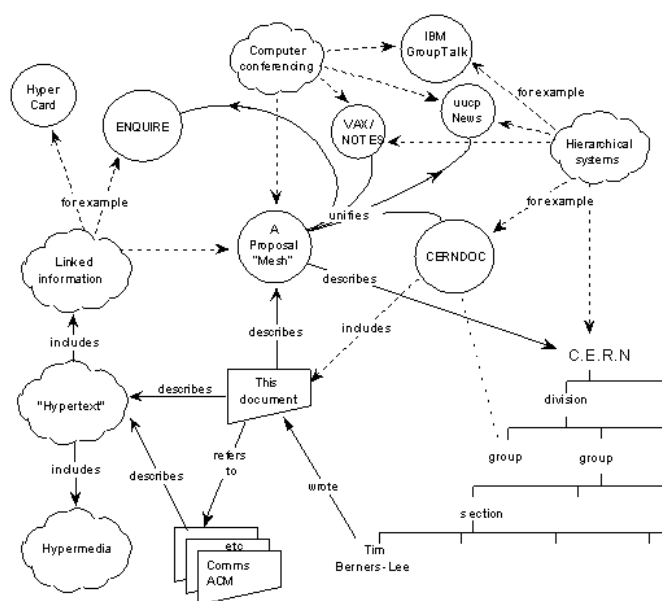
³⁹ Shiller, 2015, pp. 204-207

con Shiller, ma anche il "come" attraverso i meccanismi spiegati da Soros. Al tempo stesso, le tensioni evidenziate, tra ciclicità e imprevedibilità, tra irrazionalità collettiva e calcolo strategico, tra capacità descrittiva e limiti predittivi, impediscono di trattare il framework come un meccanismo deterministico e ne definiscono piuttosto la natura di griglia interpretativa, potente nel leggere le dinamiche delle bolle ma consapevole dei propri confini. Nel prossimo capitolo vedremo come questa griglia si confronti con l'evidenza storica, attraverso l'analisi della bolla delle dot-com del 2000.

CAPITOLO 2: La bolla delle dot-com: euforia, avvertimenti e collasso

2.1 Da strumento scientifico a oggetto di speculazione

Nel marzo del 1989, un ricercatore del CERN di Ginevra di nome Tim Berners-Lee presentò ai propri superiori un breve memorandum interno intitolato *Information Management: A Proposal*. Il documento si limitava a descrivere un problema pratico: la perdita sistematica di informazioni all'interno di un'organizzazione molto complessa. Propose una soluzione tecnica basata su un sistema di ipertesto distribuito. Lo stesso Berners-Lee stimava che due persone per sei-dodici mesi sarebbero state sufficienti per realizzare un primo prototipo funzionante⁴⁰. Il supervisore che ricevette la proposta vi annotò a margine una nota rimasta celebre: "*Vague but exciting*"⁴¹. È interessante soffermarsi sulla natura di questo documento, Berners-Lee non stava fondando un'industria, stava cercando di risolvere un problema di gestione delle informazioni. Il linguaggio della proposta è quello dell'ingegneria dei sistemi raffigurando i nodi e i link pensati per collegare persone, moduli software, documenti interni del CERN⁴².



⁴⁰ T. Berners-Lee, *Information Management: A Proposal*, CERN, marzo 1989.

⁴¹ Tim Berners-Lee, *Weaving the Web*, Harper San Francisco, 1999, p.16.

⁴² T. Berners-Lee, *Information Management: A Proposal*, CERN, marzo 1989.

Eppure, sarà questa tecnologia, concepita come strumento di coordinamento scientifico, che nel giro di pochi anni diventerà il catalizzatore della più grande bolla speculativa dalla crisi del 1929.

Ciò che rende questa vicenda particolarmente rilevante e degna di analisi è la velocità attraverso la quale tutto si è stravolto. Nel 1991 il World Wide Web viene reso accessibile al pubblico, ancora come progetto accademico. Nel gennaio del 1993, con il rilascio del browser Mosaic sviluppato da Marc Andreessen ed Eric Bina presso il National Center for Supercomputing Applications, internet acquisisce per la prima volta un'interfaccia utilizzabile da utenti non specializzati⁴³. Ma è il 9 agosto del 1995 che segna il punto d'incontro tra una tecnologia appena nata e il mondo finanziario. Netscape Communications, fondata dallo stesso Andreessen appena sedici mesi prima, viene quotata al NASDAQ con un'offerta pubblica iniziale che valuta l'azienda circa tre miliardi di dollari. Qui nasce il primo quesito: come può, una società fondata appena un anno e mezzo prima, che non ha ancora mai generato un dollaro di profitto, essere quotata e valutata una cifra simile? Il prezzo di apertura fu fissato a 28 dollari per azione dopo essere stato raddoppiato all'ultimo minuto rispetto ai 14 dollari inizialmente previsti, nelle prime ore il titolo salì fino a 75 dollari, parliamo di una crescita del 167%⁴⁴.

Questo evento stabilisce un precedente che avrebbe caratterizzato le regole del gioco dei prossimi anni. Ha dimostrato come un'azienda tecnologica possa accedere ai mercati pubblici e ottenere valutazioni miliardarie in assenza totale di redditività, a condizione che il prodotto segua una narrativa sufficientemente potente. In questo contesto si crea molto facilmente un modello di bias positivo. Infatti, prima di Netscape, l'imprenditoria tecnologica non era percepita come una via credibile verso la ricchezza rapida, dopo Netscape, diventa l'aspirazione dominante della Silicon Valley e, progressivamente, dell'intero immaginario americano⁴⁵.

Tuttavia, attribuire la trasformazione di internet da progetto scientifico a oggetto di speculazione esclusivamente a causa della forza della narrativa tecnologica è sbagliato. La

⁴³ M. Andreessen, E. Bina, *NCSA Mosaic: A Global Hypermedia System*, «Internet Research», vol. 4, n. 1, 1994, pp. 7–17.

⁴⁴ J. Cassidy, *Dot.con: How America Lost Its Mind and Money in the Internet Era*, Harper Collins, 2002, pp. 64–71.

⁴⁵ Ibid., pp. 72–75.

bolla che si formerà tra il 1996 e il 2000 è il prodotto di una convergenza di condizioni istituzionali che, singolarmente, avrebbero avuto un impatto limitato, ma che, combinandosi, creano un ambiente straordinariamente favorevole all'eccesso speculativo.

La prima di queste condizioni è di natura normativa. L'8 febbraio 1996 viene firmato il *Telecommunications Act*, la più ampia deregolamentazione del settore delle comunicazioni statunitense dagli anni Trenta⁴⁶. La legge elimina le barriere tra telecomunicazioni, media e tecnologia, aprendo il settore a una competizione sfrenata che spingerà le aziende di telecomunicazioni a investire oltre 500 miliardi di dollari, gran parte presi a debito, nella posa di fibra ottica, nell'acquisto di infrastrutture di rete e nella costruzione di reti wireless. Questi investimenti in preda all'euforia, pur creando l'infrastruttura fisica che avrebbe reso possibile l'internet moderno, generano nel breve periodo una sovraccapacità produttiva che supera di gran lunga la domanda effettiva, ma il mercato, in pieno contagio sociale non dà alcun peso a questo segnale.

La seconda condizione è di natura fiscale. Il *Taxpayer Relief Act* del 1997 riduce significativamente l'aliquota sulle plusvalenze al 20%⁴⁷, rendendo la speculazione finanziaria più conveniente dal punto di vista tributario e incentivando gli investitori a orientarsi verso operazioni ad alto rischio e alto rendimento potenziale.

La terza, infine, è di natura monetaria. La Federal Reserve, sotto la guida di Alan Greenspan, mantiene i tassi di interesse a livelli relativamente bassi per gran parte degli anni Novanta. Quando nell'autunno del 1998 il fondo LTCM (Long-Term Capital Management) collassa e minaccia di generare una crisi sistemica, la Fed reagisce tagliando il tasso di riferimento di 75 punti base⁴⁸. Questa condotta ha portato un'iniezione di liquidità sui mercati proprio nel momento in cui le valutazioni dei titoli stanno già accelerando, fornendo al mercato ulteriore carburante per continuare a crescere.

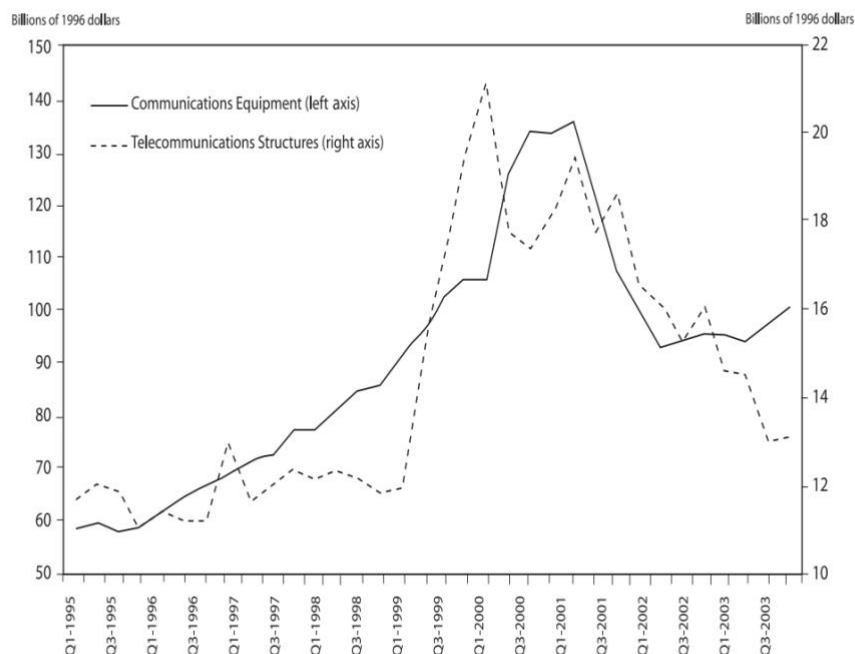
⁴⁶ *Telecommunications Act of 1996*, Pub. L. 104-104 (1996).

⁴⁷ *Taxpayer Relief Act of 1997*, Pub. L. No. 105-34, 111 Stat. 788 (1997).

⁴⁸ R. Lowenstein, *When Genius Failed: The Rise and Fall of Long-Term Capital Management*, Random House, 2000, pp. 198–210.

Sarà proprio l'unione di questi tre fattori a creare la struttura perfetta per la crescita della bolla. Grazie a un mercato meno regolamentato e all'abbondanza di capitale data dalla politica monetaria, gli investimenti si moltiplicarono a un ritmo senza precedenti.

Figure 2 Real Private Fixed Investment in Communications Equipment and Structures



Source: BEA/Haver

Come mostra la Figura 2, gli investimenti reali in apparecchiature di comunicazione passarono da circa 62 miliardi di dollari annui all'inizio del 1996 a oltre 135 miliardi alla fine del 2000, con una crescita media annua del 18%⁴⁹. Parallelamente, gli investimenti in strutture, centrali, condotti, torri, rimasero stabili per gran parte del decennio intorno ai 12 miliardi, per poi impennarsi di 9 miliardi nel solo 1999⁵⁰.

A fronte di questa espansione dell'offerta, la domanda si muoveva su un piano del tutto diverso. Il consumo di servizi di telecomunicazione crebbe a un tasso medio del 7,4% annuo tra il 1996 e il 2001, appena superiore al 6,7% del quinquennio precedente⁵¹.

⁴⁹ E.A. Couper, J.P. Hejkal, A.L. Wolman, *Boom and Bust in Telecommunications*, «Federal Reserve Bank of Richmond Economic Quarterly», vol. 89, n. 4, 2003, p. 5.

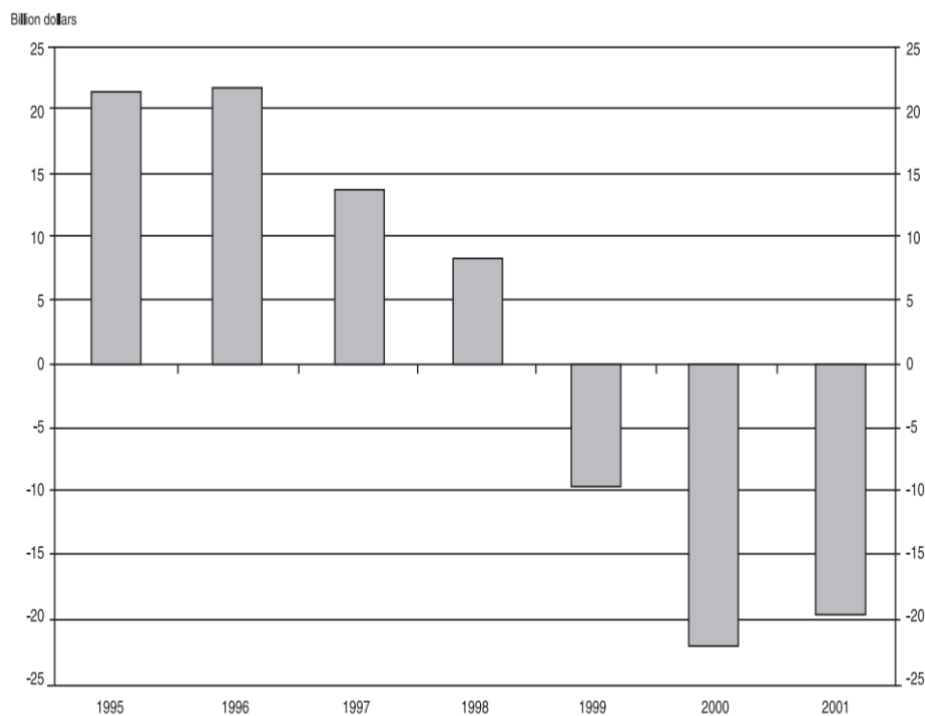
⁵⁰ Ibid.

⁵¹ Ibid., p. 7.

La narrativa dominante dell'epoca, attribuita in primo luogo a WorldCom e ripresa da figure come il CEO di BellSouth Duane Ackerman, sosteneva che il traffico internet raddoppiasse ogni cento giorni⁵². In realtà tale crescita esplosiva si era verificata soltanto nel biennio anomalo 1995-96, dal 1997 in poi il traffico tornò a raddoppiare circa una volta l'anno⁵³, un tasso comunque molto alto ma quindici volte inferiore a quello su cui l'industria calibrava i propri investimenti.

Il risultato fu un eccesso di capacità, in particolare nel segmento della fibra ottica a lunga distanza. Dal 1996 al 1999 l'installazione annuale di fibra quadruplicò e grazie alla deregolamentazione la quota dei nuovi operatori arrivò al 70% del totale nazionale, lasciando il 30% agli operatori storici⁵⁴.

Figure 4 Corporate Profits after Tax in the Communications Industry



Source: BEA

⁵² Ibid., pp. 16–17.

⁵³ Ibid., p. 17.

⁵⁴ Ibid., p. 16.

La Figura 4 mostra l'altra faccia della sproporzione: i profitti dell'industria, superiori ai 20 miliardi di dollari annui nel 1995-96, si trasformarono in perdite di uguale misura già nel 2000-2001⁵⁵.

È in questo contesto che si inserisce il primo degli avvertimenti pubblici che caratterizzeranno l'intera vicenda. Il 5 dicembre 1996, davanti all'American Enterprise Institute di Washington, Alan Greenspan pronuncia un discorso destinato a restare nella storia della finanza. La domanda che pone è: *"How do we know when irrational exuberance has unduly escalated asset values, which then become subject to unexpected and prolonged contractions?"*⁵⁶. Il mercato reagisce, la borsa di Tokyo, ancora aperta durante il discorso, registra un calo immediato, le borse europee aprono in ribasso il giorno successivo e Wall Street vacilla all'apertura⁵⁷. L'avvertimento sembra aver trasmesso la giusta cautela che durerà meno di ventiquattr'ore. Infatti, nei quattro anni successivi, il NASDAQ più che quintuplica il proprio valore, passando da circa 1.300 punti nel momento del discorso a oltre 5.000 nel marzo del 2000. Alla fine del 1999, il NASDAQ aggiustato per l'inflazione era tre volte più alto rispetto al momento in cui Greenspan aveva pronunciato il suo avvertimento⁵⁸. Se la funzione di un segnale di allarme è modificare il comportamento di chi lo riceve, questo segnale non ha funzionato.

La questione che si apre qui non è di natura tecnica ma sistemica. Greenspan non era un comune commentatore, era il presidente della banca centrale più potente del mondo, il personaggio che i mercati scrutavano parola per parola in cerca di indicazioni sulla politica monetaria. Se persino un avvertimento proveniente da quella fonte non è riuscito a indurre un approccio più prudentiale, il problema è ben più grande della semplice mancanza di informazione. Le strutture di incentivo che governano il comportamento degli operatori, i meccanismi istituzionali che impediscono la correzione anche quando il segnale è chiaro, e la capacità delle narrative dominanti di neutralizzare qualsiasi voce contraria sono i fattori che portano inevitabilmente a un crash di mercato.

⁵⁵ Ibid., p. 8.

⁵⁶ A. Greenspan, *The Challenge of Central Banking in a Democratic Society*, discorso presso l'American Enterprise Institute, Washington D.C., 5 dicembre 1996.

⁵⁷ Robert J. Shiller, *Irrational Exuberance*, Princeton University Press, 2000, Preface.

⁵⁸ Dati storici NASDAQ Composite — Federal Reserve Economic Data (FRED).

Nei paragrafi che seguono si cercherà di documentare come gli avvertimenti successivi non siano stati sufficienti ad arrestare il gonfiarsi della bolla fino al suo scoppio.

2.2 Gli avvertimenti e il loro prezzo

Comprendere perché gli avvertimenti che precedettero il crollo del 2000 non abbiano prodotto effetti correttivi richiede di osservarli nel contesto in cui furono formulati.

Non si trattava di una crescita distribuita uniformemente: era concentrata in un settore specifico, quello delle aziende legate a internet, che seguivano una logica radicalmente diversa da qualsiasi standard preesistente.

Il mercato dei titoli internet in preda all'euforia collettiva era configurato in modo tale da rendere estremamente difficile, per chi ritenesse quei prezzi insostenibili, tradurre questa convinzione in un'azione correttiva efficace. Ofek e Richardson, in uno studio empirico pubblicato sul *Journal of Finance* nel 2003, documentano con precisione questa asimmetria⁵⁹. Il mercato delle dot-com era strutturalmente dominato dagli investitori ottimisti non perché mancassero investitori pessimisti, anzi esistevano, ma perché i meccanismi attraverso cui i pessimisti avrebbero potuto operare sul mercato attraverso le vendite allo scoperto, erano di fatto ostruiti. I titoli internet erano molto più costosi da shortare rispetto alle aziende tradizionali: i tassi di prestito delle azioni erano elevati, la disponibilità di titoli da prendere in prestito era limitata, e l'alta volatilità di questi titoli esponeva chi shortava a perdite potenzialmente illimitate nel breve periodo anche quando la tesi fondamentale era corretta. I dati mostrano che lo short interest sui titoli internet era già significativamente più alto che sulle azioni delle aziende tradizionali, con un interesse allo scoperto medio del 2,8% contro l'1,8% del resto del mercato, ma non abbastanza da controbilanciare la pressione degli acquisti⁶⁰. Il risultato è che in un mercato con agenti eterogenei, quando il lato pessimista non riesce a esprimersi pienamente, il prezzo finisce per

⁵⁹ E. Ofek, M. Richardson, "DotCom Mania: The Rise and Fall of Internet Stock Prices", *The Journal of Finance*, LVIII, n. 3, giugno 2003, p. 1116.

⁶⁰ Ibid., p. 1118.

riflettere soltanto l'opinione degli ottimisti. Non si tratta di irrazionalità collettiva in senso stretto ma di un difetto meccanico nei processi di scoperta del prezzo, che lasciava il mercato strutturalmente incapace di autocorreggersi anche in presenza di una quota significativa di operatori scettici. È in questo contesto, un mercato in cui i segnali ribassisti faticavano a trasmettere il loro effetto correttivo, che si sviluppò un secondo fenomeno altrettanto decisivo: il progressivo abbandono delle metriche di valutazione tradizionali a favore di un sistema di indicatori costruito appositamente per giustificare prezzi che i parametri classici non avrebbero mai potuto sostenere.

Utili, fatturato, flusso di cassa, vennero progressivamente abbandonati dagli analisti di Wall Street a favore di indicatori nuovi. Si parlava di *eyeballs*, il numero di visitatori unici di un sito, come se la capacità di attrarre traffico fosse automaticamente convertibile in ricavi futuri. Si parlava di *first-mover advantage*, il vantaggio del primo entrante, come se il semplice fatto di esistere prima degli altri in un mercato nascente garantisse una posizione dominante permanente. Si parlava di *burn rate* — la velocità con cui un'azienda consumava la propria cassa — non come un segnale di allarme, ma quasi come un indicatore di ambizione e scalabilità⁶¹. In questo clima, ogni tentativo di applicare i criteri dell'analisi fondamentale tradizionale veniva liquidato come un segno di incomprensione della "nuova economia".

Fu in questo clima che il 15 maggio del 1997 arriva l'IPO di Amazon, al prezzo di 18 dollari per azione, che assunse subito il valore di un manifesto⁶². L'azienda di Jeff Bezos non aveva mai chiuso un esercizio in utile, e non lo avrebbe fatto per anni; eppure, il mercato la accolse come la prova vivente che il modello della nuova economia funzionava: crescita prima, profitti poi. Nel dicembre del 1999 il titolo raggiunse un massimo di 113 dollari, con una crescita di quasi il 500% in meno di tre anni⁶³. Il paradosso era evidente: più l'azienda perdeva denaro, più il mercato sembrava premiarla, perché le perdite erano lette non come segnale di debolezza strutturale ma come investimento nella conquista del mercato futuro. Migliaia di imprenditori e investitori cercarono di replicare il modello di Amazon, ma a differenza loro, Jeff Bezos aveva istituito una profondità operativa talmente efficiente che ha

⁶¹ Meeker, M., & DePuy, C. (1995). *The Internet Report*. New York: HarperBusiness (Morgan Stanley), pp. 8-17.

⁶² Amazon.com, Inc. (1997). *Prospectus (Form 424B1)*. U.S. Securities and Exchange Commission.

⁶³ Amazon.com, Inc., *Annual Report (Form 10-K)*, U.S. Securities and Exchange Commission, esercizio fiscale 1999.

permesso ad Amazon di sopravvivere al crollo e diventare uno dei colossi più grandi del mondo.

Nello stesso periodo tra il 1997 e il 1998, quando ormai le valutazioni stavano raggiungendo livelli storicamente anomali, Robert Shiller insieme a John Campbell pubblicò il paper *Valuation Ratios and the Long-Run Stock Market Outlook*, in cui dimostrava statisticamente che il mercato azionario americano mostrava una spiccata tendenza alla regressione verso la media storica su orizzonti decennali⁶⁴. Attraverso il CAPE ratio: rapporto prezzo/utili corretto per il ciclo economico attraverso una media decennale degli utili reali, nel 1998 aveva già superato quota 30, quasi il doppio della sua media storica di lungo periodo stimata intorno a 16–17⁶⁵. Il segnale era pubblico, quantitativo e inequivocabile, ma, nonostante ciò, il mercato lo ignorò e continuò a salire.

Nel frattempo, il fenomeno si stava trasformando da evento finanziario a fenomeno culturale di massa: con internet il *day trading*, la pratica di aprire e chiudere posizioni nel corso della stessa giornata sfruttando le piattaforme online, era diventata un'attività molto accessibile attraendo un numero crescente di investitori retail spesso privi di esperienza e fortemente speculatori. I dati restituiscono la dimensione del fenomeno: tra il 1995 e la metà del 2000 furono aperti 12,5 milioni di conti online, e già nel 1998 il 37% del trading al dettaglio avveniva via internet⁶⁶. Il passaggio alle piattaforme digitali spinse gli investitori a operare in modo più attivo e più speculativo, ricorrendo al credito, a tassi senza precedenti⁶⁷. I trader più attivi sottoperformarono il mercato di circa sei punti percentuali annui⁶⁸ con la convinzione di poter prevedere i mercati per il solo fatto di accedervi in tempo reale⁶⁹. La democratizzazione dell'accesso non aveva prodotto investitori più informati, ma speculatori più esposti.

Il “contagio sociale” si estende anche al di fuori degli Stati Uniti con fedeltà quasi meccanica. Nell’ottobre del 1999 approdò in Italia Tiscali, un provider di servizi internet che

⁶⁴ J. Y. Campbell, R. J. Shiller, "Valuation Ratios and the Long-Run Stock Market Outlook", *The Journal of Portfolio Management*, 24, n. 2, inverno 1998, pp. 11–26.

⁶⁵ Dati storici del CAPE ratio: R. J. Shiller, Yale University.

⁶⁶ Barber e Odean, «The Internet and the Investor», *JEP*, 2001, p. 41.

⁶⁷ Ibid., p. 43.

⁶⁸ Ibid., p. 44.

⁶⁹ Ibid., p. 46.

lanciò in Italia il primo servizio di accesso gratuito a internet, rivoluzionando il mercato e acquisendo milioni di utenti in pochi mesi. Venne quotata in borsa al prezzo di 46 euro per azione, con una capitalizzazione iniziale di 697 milioni di euro⁷⁰. In cinque mesi il titolo raggiunse 1.197 euro per azione, portando la capitalizzazione a oltre 18 miliardi di euro, una crescita del 2.500% che la collocava, sulla carta, tra le società più capitalizzate d'Italia⁷¹.

Non era solo Shiller a leggere il mercato con crescente inquietudine. Nel novembre del 1999 arrivò un ulteriore avvertimento inequivocabile: Warren Buffett, in un'analisi pubblicata su *Fortune* nel 1999, mise a confronto la capitalizzazione complessiva del mercato azionario statunitense con il PIL, storicamente attestato intorno al 70–80%, l'indicatore aveva raggiunto livelli prossimi al 180–200%, segnalando condizioni di forte sopravvalutazione e rischi elevati per gli investitori⁷².

Era questa la natura peculiare della bolla: non l'assenza di segnali, ma la loro sistematica irrilevanza. Greenspan aveva pronunciato il suo avvertimento sull'«esuberanza irrazionale» già nel dicembre del 1996, con tre anni di anticipo sul crollo; Shiller aveva pubblicato i suoi dati sul CAPE, dimostrando con strumenti statistici la distanza abissale tra prezzi e fondamentali; Buffett aveva segnalato la sproporzione tra capitalizzazioni e prodotto reale con un indicatore accessibile a chiunque. Le piattaforme online, nel frattempo, avevano moltiplicato il numero di operatori esposti a rischi che non erano in grado di valutare. Tutti questi elementi coesistevano con un mercato che non mostrava ancora alcun segno di cedimento. Il picco era ancora davanti.

2.3 Il giro di boa: il sistema e la sua resa

Il 10 marzo 2000 il NASDAQ Composite raggiunse il suo massimo storico a 5.048 punti. Non vi fu alcun evento singolo a segnare quel giorno come spartiacque: il mercato aprì, salì,

⁷⁰ Borsa Italiana, prospetto di quotazione Tiscali S.p.A., 27 ottobre 1999.

⁷¹ Bloomberg L.P., dati storici di mercato su Tiscali S.p.A., Bloomberg Terminal.

⁷² Buffett, W.; Loomis, C. J., Mr. Buffett on the Stock Market, *Fortune*, 22 November 1999.

e chiuse come tanti altri. Eppure, fu l'ultimo giorno in cui la bolla tenne. Nelle settimane successive, una serie di segnali convergenti cominciò a erodere la fiducia degli operatori con una velocità che il mercato non aveva anticipato.

Il primo venne dalla stampa finanziaria. Il 20 marzo 2000, Barron's pubblicò un'inchiesta intitolata «Burning Up», in cui Jack Willoughby analizzava i rendiconti di 207 società internet quotate calcolandone il burn rate. Il risultato mostrava che almeno 51 di esse avrebbero esaurito la liquidità entro dodici mesi in assenza di nuovi finanziamenti, mentre il 74% presentava già flussi di cassa negativi⁷³. Non si trattava di una previsione teorica ma di un'analisi contabile elementare sui dati pubblicamente disponibili. L'articolo ebbe un effetto immediato: per la prima volta, una parte significativa degli operatori si trovò a confrontare i prezzi di mercato con la realtà operativa delle aziende che li sostenevano. Il confronto era insostenibile.

Nello stesso mese, Robert Shiller pubblicava *Irrational Exuberance*. Il libro, che sistematizzava anni di ricerca sulla sopravvalutazione del mercato azionario americano, uscì nelle librerie esattamente mentre il NASDAQ toccava il suo picco, una coincidenza che Shiller stesso avrebbe poi definito “straordinaria”⁷⁴.

Se la stampa finanziaria fu la prima a deviare la narrativa, le istituzioni regolatorie e monetarie avevano già in mano gli strumenti per farlo molto prima, e non li avevano usati. La Federal Reserve, sotto la guida di Alan Greenspan, aveva alzato il tasso sui fondi federali sei volte tra il giugno del 1999 e il maggio del 2000, portandolo dal 4,75% al 6,50%⁷⁵. L'intenzione era raffreddare un'economia che cresceva a ritmi considerati insostenibili, ma l'effetto sui mercati azionari fu più violento di quanto anticipato: restringendo l'accesso al credito a buon mercato su cui molte dot-com fondavano la propria sopravvivenza operativa, i rialzi accelerarono l'esaurimento della liquidità che Barron's aveva appena reso visibile. La Fed non aveva creato la bolla, ma la sua politica monetaria aveva contribuito prima ad alimentarla, mantenendo i tassi bassi per tutta la seconda metà degli anni Novanta, e poi a farla collassare in modo brusco. Greenspan, che nel 1996 aveva coniato l'espressione

⁷³ Willoughby, Jack, “Burning Up: Warning: Internet Companies Are Running Out of Cash—Fast”, **Barron's**, 20 marzo 2000.

⁷⁴ Robert J. Shiller, *Irrational Exuberance*, Princeton University Press, 2000, Prefazione.

⁷⁵ Board of Governors of the Federal Reserve System, *Federal Funds Rate – Historical Data*.

“esuberanza irrazionale” senza tradurla in alcun intervento concreto, si trovava ora a gestire le conseguenze di una bolla che aveva osservato formarsi per quattro anni.

Le responsabilità, tuttavia, non si esaurivano nella politica monetaria. Al cuore del sistema finanziario operava un conflitto di interessi strutturale che le grandi banche d'investimento avevano lasciato prosperare indisturbato per anni. Gli analisti di ricerca, formalmente incaricati di valutare in modo indipendente i titoli azionari, erano in realtà esposti a pressioni sistematiche da parte delle divisioni di investment banking delle stesse istituzioni: raccomandare un titolo significava sostenere operazioni di collocamento che generavano commissioni milionarie.

Il caso di Henry Blodget, Managing Director e analista capo del settore Internet di Merrill Lynch tra il 1999 e il 2001, offre una delle illustrazioni più nitide del divario sistematico tra la ricerca pubblicata e il giudizio privato degli analisti. Secondo il Complaint depositato dalla SEC il 28 aprile 2003⁷⁶, nel corso dell'intero periodo rilevante Blodget non assegnò mai a un titolo Internet una valutazione di 4 ("Reduce") o di 5 ("Sell"), le due categorie negative della scala in uso a Merrill Lynch: le sue raccomandazioni pubbliche erano costantemente orientate all'acquisto o all'accumulo, indipendentemente dall'andamento reale dei titoli. Le email interne raccontavano però una storia profondamente diversa.

Il 25 settembre 2000, quando Internet Capital Group (ICG) aveva già perso circa il 90% del suo valore dal picco, Blodget pubblicò un report che confermava la valutazione "accumulate-buy" e conteneva apprezzamenti sull'ingresso del nuovo CFO e sui potenziali catalizzatori positivi del titolo⁷⁷. Dieci giorni dopo, il 5 ottobre, scrisse in un'email interna a un collega analista: "Going to 5", prevedendo cioè un ulteriore crollo a 5 dollari, aggiungendo l'auspicio che i cofondatori di ICG stessero intanto liquidando le proprie posizioni⁷⁸. Il giorno successivo, il 6 ottobre 2000, rispondendo a un financial consultant di Merrill Lynch che gli chiedeva aggiornamenti sul titolo, scrisse: “No hopeful news to relate, I'm afraid. This has been a disaster... There really are no 'operations' here to fall back on, so there really is no

⁷⁶ SEC v. Henry McKelvey Blodget, Complaint, Civil Action No. 03 CV 2947 (WHP) (S.D.N.Y.), 28 aprile 2003, § 3, in *Litigation Release* n. 18115.

⁷⁷ Ibid., § 84.

⁷⁸ Ibid., § 82.

'floor' to the stock... We see nothing that will turn this around near-term”⁷⁹. La valutazione pubblica orientata a “buy” rimase invariata.

La struttura di questa incongruenza non era isolata né accidentale. Nel caso di InfoSpace, titolo che Merrill Lynch manteneva in cima alla propria lista "Favored 15" mentre il prezzo crollava da 140 a 8 dollari nell'arco di un anno, Blodget scrisse privatamente al collega analista di turno: «I am so tired of getting these. Can we please reset this [InfoSpace] stupid price target and rip this piece of junk off whatever list it's on. If you have to downgrade it, downgrade it»⁸⁰.

Nel caso di GoTo.com, il documento della SEC descrive persino l'esasperazione di un analista junior che, in un'email a Blodget, scrisse che mantenere artificialmente una valutazione positiva equivaleva a “losing people money” e che l'indipendenza della ricerca dall'investment banking era “a big lie”⁸¹.

Ciò che emerge da questi scambi non è la storia di un singolo analista disonesto, ma l'anatomia di un sistema in cui la disinformazione era diventata una pratica ordinaria, incorporata nelle procedure quotidiane di istituzioni che avrebbero dovuto garantire l'integrità del mercato.

2.3.1 Il conto presentato: il crollo e le sue conseguenze

Tra il marzo del 2000 e l'ottobre del 2002 il NASDAQ perse il 78% del proprio valore, scendendo da 5.048 a 1.139 punti. Oltre cinquemila miliardi di dollari di capitalizzazione si dissolsero nel giro di trenta mesi, una cifra che non rappresenta soltanto una correzione statistica, ma la misura concreta di quanto capitale reale fosse stato convogliato in aspettative

⁷⁹ Ibid., § 83.

⁸⁰ Ibid., § 56.

⁸¹ Ibid., § 37.

che nessun fondamentale poteva giustificare⁸². Le perdite, tuttavia, non si distribuirono in modo uniforme: gli investitori retail, entrati tardi, privi di informazioni privilegiate e incapaci di uscire in tempo, sostennero una quota sproporzionata del danno, mentre chi aveva costruito e collocato quei titoli aveva già monetizzato le proprie posizioni.

Il collasso dei mercati azionari si trascinò dietro anche quello del capitale di rischio. Gli investimenti di venture capital, che nel 2000 avevano raggiunto il picco di oltre 100 miliardi di dollari, crollarono a meno di 20 miliardi nel 2003⁸³: il mercato che aveva finanziato centinaia di startup in assenza di qualsiasi criterio di redditività si chiuse quasi completamente, rendendo impossibile l'accesso al credito anche per progetti con fondamentali solidi. Fu una delle conseguenze più durature della bolla: la reazione all'eccesso speculativo produsse un eccesso opposto di avversione al rischio che rallentò l'innovazione tecnologica per anni.

Il crollo non rimase confinato al perimetro delle dot-com. Si estese rapidamente al settore delle telecomunicazioni attraverso un meccanismo che rivela quanto profondamente la logica della bolla avesse contagiato anche gli operatori che avrebbero dovuto fornire l'infrastruttura necessaria allo sviluppo di internet. Tra il 2000 e il 2001 i governi europei misero all'asta le licenze per la telefonia mobile di terza generazione, raccogliendo complessivamente oltre cento miliardi di dollari⁸⁴: la sola asta britannica fruttò alle casse pubbliche £22,5 miliardi, pari al 2,5% del PIL del paese⁸⁵. Le aziende telecom, ancora immerse nel clima euforico della new economy, pagarono quelle cifre anticipando una domanda di servizi mobili che il mercato avrebbe dovuto generare in tempi brevi. Era la stessa logica che aveva gonfiato i titoli internet: investire nel futuro prima che il futuro si materializzasse, contando sulla crescita per rendere sostenibile il debito contratto. Quando la bolla scoppiò, le aspettative di ricavo su cui le offerte erano state calibrate si rivelarono irrealistiche, ma il debito era già iscritto nei bilanci. Klemperer osserva che la perdita di capitalizzazione del settore telecom europeo non può essere attribuita al solo costo delle licenze: era il sintomo di valutazioni che

⁸² Dati storici NASDAQ Composite — Federal Reserve Economic Data (FRED).

⁸³ National Venture Capital Association, *NVCA Yearbook 2004*, Washington D.C.

⁸⁴ Klemperer, *European Economic Review*, 2002, p. 829.

⁸⁵ Binmore & Klemperer, *The Economic Journal*, vol. 112, n. 478, 2002, pp. C74–C96.

erano state costruite sulle stesse fondamenta speculative che avevano sostenuto l'intera stagione⁸⁶.

La forma più acuta si raggiunse con il fallimento di Enron nel dicembre del 2001 e di WorldCom nel luglio del 2002. John Coffee individua nella resa dei gatekeepers, revisori, analisti, agenzie di rating, studi legali, la causa strutturale di entrambi i crolli⁸⁷. Questi soggetti, formalmente incaricati di certificare l'affidabilità delle informazioni che il mercato non può verificare autonomamente, avevano sistematicamente abdicato a questa funzione per non compromettere le relazioni commerciali con i clienti che avrebbero dovuto controllare. laddove esiste un conflitto di interessi tra il ruolo di certificatore e quello di fornitore di servizi, la certificazione tende a piegarsi agli interessi commerciali in modo sistematico.

Come aveva già dimostrato empiricamente lo studio di Michaely e Womack sulle raccomandazioni degli analisti affiliati ai collocatori⁸⁸. I fallimenti di Enron e WorldCom non erano anomalie: erano l'esito prevedibile di un sistema che aveva smesso di svolgere la propria funzione di controllo molto prima che il crollo li rendesse visibili.

La risposta legislativa, il Sarbanes-Oxley Act del luglio 2002, affrontò esplicitamente questo nodo. Coates, analizzandone obiettivi e limiti, osserva che la legge riconobbe nella separazione tra revisione contabile e consulenza, e nella responsabilità personale dei vertici aziendali, i punti di rottura del sistema precedente⁸⁹. Era, in sostanza, un'ammissione legislativa di quanto profondi fossero stati i fallimenti istituzionali degli anni della bolla.

Non tutte le aziende della new economy scomparvero. Amazon, Google, quotata nel 2004, e eBay sopravvissero al crollo e divennero nel decennio successivo alcuni dei gruppi più capitalizzati al mondo. La caratteristica comune era la presenza di un modello operativo difendibile: Amazon aveva costruito un'infrastruttura logistica reale, Google un algoritmo con un meccanismo di monetizzazione preciso, eBay un effetto di rete sufficientemente radicato da scoraggiare l'ingresso di competitor. La bolla non aveva finanziato il nulla, aveva

⁸⁶ Klemperer, *European Economic Review*, 2002, pp. 842-844.

⁸⁷ J.C. Coffee Jr., «Understanding Enron: "It's About the Gatekeepers, Stupid"», *The Business Lawyer*, vol. 57, 2002, pp. 1403-1420.

⁸⁸ R. Michaely, K.L. Womack, «Conflict of Interest and the Credibility of Underwriter Analyst Recommendations», *The Review of Financial Studies*, vol. 12, n. 4, 1999, pp. 653-686.

⁸⁹ J.C. Coates IV, «The Goals and Promise of the Sarbanes-Oxley Act», *Journal of Economic Perspectives*, vol. 21, n. 1, 2007, pp. 91-116.

finanziato in modo indiscriminato, premiando con le stesse valutazioni aziende strutturalmente solide e aziende prive di qualsiasi fondamento. Il mercato, quando si corresse, fece ciò che avrebbe dovuto fare dall'inizio: distinse.

La recessione che ne seguì, tra il marzo e il novembre del 2001, aggravata dagli effetti degli attentati dell'11 settembre, fu breve sul piano macroeconomico, ma le sue conseguenze strutturali si prolungarono ben oltre la ripresa del PIL. La fiducia degli investitori retail nel mercato azionario subì un'erosione duratura: il tasso di partecipazione individuale ai mercati, cresciuto ininterrottamente per un decennio, registrò un declino significativo nei primi anni Duemila che si invertì solo parzialmente.

In Europa, i mercati tecnologici seguirono la stessa traiettoria senza disporre di strumenti equivalenti per gestirne le conseguenze: in Italia il Nuovo Mercato chiuse nel 2003, dopo aver registrato perdite che la Consob aveva già segnalato come strutturali nella propria relazione annuale per il 2000⁹⁰. Il risparmio di una generazione di investitori retail che si erano affacciati alla borsa negli anni dell'euforia si era dissolto in un mercato che non era mai stato progettato per tutelarli.

Nonostante ciò, internet rimase una delle rivoluzioni tecnologiche più profonde della storia. Il crollo del 2000 non confutò la tecnologia, confutò le valutazioni che le erano state attribuite. È una distinzione che il terzo capitolo terrà ferma nell'affrontare l'intelligenza artificiale: non si tratta di metterne in dubbio la portata, ma di esaminare come stia crescendo dal punto di vista dei mercati e di porsi una domanda che la storia rende legittima, se sia necessario attraversare un eccesso speculativo perché una tecnologia trasformativa possa davvero fiorire, o se esistano le condizioni per un percorso diverso.

⁹⁰ Consob, Relazione per l'anno 2000, Roma, 31 marzo 2001.

CAPITOLO 3: L'intelligenza artificiale come sistema: tecnologia, capitale e potere

3.1 Il momento zero: dalla rete neurale alla corsa alle menti

Per comprendere la portata di ciò che accadde nel settembre 2012, occorre tenere presente il contesto in cui avvenne. Nei decenni precedenti, l'intelligenza artificiale aveva attraversato ripetute fasi di entusiasmo seguite da altrettante disillusioni, i cosiddetti AI winters, durante le quali i finanziamenti si prosciugavano e la ricerca arretrava. La ragione strutturale di questi fallimenti era ciò che Oliveira e Figueiredo definiscono il paradosso di Moravec: i compiti che per un essere umano risultano banali, riconoscere un volto, percepire il parlato, navigare in un ambiente non strutturato, si erano rivelati di «complessità insormontabile» per qualsiasi sistema basato sulla manipolazione simbolica, mentre i problemi che richiedono ragionamento formale complesso risultavano relativamente facili da replicare⁹¹.

Il riconoscimento visivo delle immagini era il caso emblematico: dopo decenni di tentativi, nessun approccio era riuscito a generalizzare in modo affidabile al di fuori di ambienti controllati.

Nel settembre del 2012 la svolta, durante la competizione annuale ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge, un team di tre ricercatori dell'Università di Toronto, Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever e Geoffrey Hinton, presentò un sistema di classificazione delle immagini che ottenne un tasso di errore del 15,3%, contro il 26,2% del secondo classificato⁹². Il sistema aveva richiesto cinque-sei giorni di calcolo continuo su due GPU GTX 580 da 3GB, e gli autori erano espliciti nel riconoscere che la dimensione

⁹¹ A. L. Oliveira e M. A. T. Figueiredo, «Artificial Intelligence: Historical Context and State of the Art» vol. 58, Springer, Cham, 2024, pp. 11–12.

⁹² A. Krizhevsky, I. Sutskever e G. E. Hinton, «ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks», in *Advances in Neural Information Processing Systems*, vol. 25, 2012 p. 3.

dell'architettura era limitata «mainly by the amount of memory available on current GPUs»⁹³. La previsione implicita era concreta quanto la scoperta stessa: più potenza di calcolo, risultati migliori. Chi avrebbe controllato l'hardware avrebbe controllato il campo. L'intelligenza artificiale stava smettendo di essere una competizione tra idee per diventare una competizione tra risorse, e chiunque avesse letto con attenzione quel paper avrebbe potuto vedere, già nel 2012, il profilo di ciò che sarebbe venuto: la corsa agli armamenti computazionali, la concentrazione industriale, la geopolitica dei semiconduttori.

La sezione conclusiva del paper introduceva però una tensione che avrebbe caratterizzato l'intero decennio successivo. Pur avendo appena stabilito un primato assoluto, gli autori riconoscevano di essere ancora distanti «many orders of magnitude» dalla capacità del sistema visivo umano⁹⁴.

Il paper descriveva con precisione i meccanismi computazionali della rete, strati, parametri, funzioni di attivazione, senza però spiegare perché quella profondità producesse un salto qualitativo così netto rispetto a tutti i metodi precedenti. Ciò che non si comprende pienamente tende a sembrare più potente di ciò che si comprende, e quella potenza percepita divenne il substrato narrativo su cui si sarebbe costruita la corsa agli investimenti del decennio successivo.

Quella potenza percepita aveva però una conseguenza strutturale precisa: le tecnologie trasformative non producono immediatamente crescita di produttività misurabile. Le aziende devono prima riorganizzarsi, accumulare asset intangibili, sviluppare competenze complementari, e solo allora l'impatto diventa visibile negli indicatori macroeconomici. Questo fenomeno chiamato come la «J-curve della produttività», è una costante storica: è accaduto con l'elettricità, con i computer, e si ripete con l'intelligenza artificiale⁹⁵. La conseguenza per i mercati finanziari è strutturalmente destabilizzante: il valore atteso della tecnologia cresce molto prima che la tecnologia produca rendimenti misurabili, aprendo un divario tra aspettativa e realtà che è, per definizione, il terreno in cui le bolle crescono.

⁹³ Ibid., p. 2.

⁹⁴ Ibid., p. 8.

⁹⁵ E. Brynjolfsson, D. Rock e C. Syverson, «The Productivity J-Curve: How Intangibles Complement General Purpose Technologies», *American Economic Journal: Macroeconomics*, vol. 13, n. 1, 2021, pp. 333–372.

Ed è nei mesi successivi alla vittoria di ImageNet che inizia la corsa alla costruzione dell'infrastruttura che permetterà alla nuova tecnologia di fiorire, che iniziò con una caccia tra i big della tecnologia per accaparrarsi le menti più competenti su questa tecnologia. Google, Microsoft e Baidu entrarono in competizione per acquisire il team di Toronto, che aveva nel frattempo costituito una società, DNNresearch, priva di prodotti, ricavi e struttura operativa, il cui unico asset era la conoscenza dei suoi tre fondatori. Google si aggiudicò l'acquisizione⁹⁶. L'operazione segnò un passaggio concettuale importante: per la prima volta, il capitale umano scientifico veniva valutato con le stesse logiche con cui i mercati valutano un asset finanziario, non per i flussi di cassa generati, ma per il vantaggio competitivo atteso. L'asta per DNNresearch non era soltanto un episodio di mercato: era il primo segnale che l'intelligenza artificiale stava per diventare un campo di concentrazione del potere economico, non soltanto di innovazione scientifica.

Appena dieci mesi dopo, Google replicò lo schema su scala nettamente maggiore. Nel gennaio 2014 acquistò DeepMind Technologies, startup londinese fondata nel 2010 da Demis Hassabis, Shane Legg e Mustafa Suleyman — i termini finanziari dell'operazione non furono mai resi pubblici⁹⁷. Come per DNNresearch, il valore dell'operazione non risiedeva in un prodotto esistente ma nella capacità di ricerca del team acquisito. DeepMind si era distinta per un approccio radicalmente diverso dal deep learning supervisionato che aveva prodotto AlexNet: i suoi ricercatori avevano sviluppato tecniche di deep reinforcement learning che permettevano a un agente artificiale di apprendere comportamenti complessi a partire da segnali di rinforzo, senza supervisione esplicita.

Nelle settimane precedenti l'acquisizione circolava già il manoscritto che avrebbe dimostrato come un singolo algoritmo, il DQN, fosse in grado di raggiungere prestazioni umane su ventinove dei quarantanove videogiochi Atari su cui era stato testato senza istruzioni specifiche per ciascun gioco⁹⁸.

La generalità del metodo era esattamente ciò che interessava a Google: non un'applicazione verticale, ma un modello potenzialmente trasferibile a qualsiasi contesto.

⁹⁶ University of Toronto, “U of T neural networks start-up acquired by Google,” Media Room, 12 March 2013.

⁹⁷ Metz, C. (2014, 27 gennaio). *Google acquires artificial intelligence startup DeepMind*, Wired.

⁹⁸ V. Mnih et al., «Human-level control through deep reinforcement learning», *Nature*, vol. 518, 2015, pp. 529–533.

Facebook rispose nel gennaio 2014 con la fondazione del Facebook AI Research (FAIR), affidato alla direzione di Yann LeCun, padre delle reti convoluzionali che stavano alla base di AlexNet e uno dei teorici fondamentali del deep learning insieme a Hinton e Bengio.

Gli investimenti di venture capital in startup di intelligenza artificiale registrarono una forte accelerazione tra il 2012 e il 2016, passando da valori inferiori al miliardo di dollari a diversi miliardi, con una crescita particolarmente marcata nella seconda metà del periodo. Si trattava di flussi che, pur non raggiungendo le dimensioni delle bolle settoriali analizzate nel capitolo precedente, indicavano con precisione in quale direzione si stesse orientando l'allocazione del rischio privato.

In seguito alla creazione di una chiara concentrazione di potere tecnologico nelle mani di Google, nel dicembre 2015, Elon Musk, Sam Altman, Greg Brockman e Ilya Sutskevera annunciarono la fondazione di OpenAI, organizzazione non-profit con l'obiettivo dichiarato di sviluppare intelligenza artificiale «nel beneficio dell'umanità intera» e di contrastare il rischio che l'AI diventasse proprietà esclusiva di pochi attori privati⁹⁹. Il gesto conteneva una tensione irrisolta sin dall'inizio: OpenAI era finanziata da donazioni private e i suoi fondatori provenivano quasi tutti dall'ecosistema di venture capital che stava alimentando la stessa concentrazione che intendevano contrastare. Ciononostante, la sua fondazione segnalò che il dibattito sul controllo dell'AI era entrato nell'interesse pubblico, non più circoscritto all'ambito accademico e regolatorio.

Fu però il marzo 2016 a consegnare all'opinione pubblica globale la prima dimostrazione inequivocabile di quanto il deep learning avesse alterato le coordinate del possibile. Il sistema AlphaGo, sviluppato da DeepMind, sconfisse il campione mondiale di Go Lee Sedol per quattro partite a una. Il Go non era un gioco qualsiasi: in Corea, Cina e Giappone rappresentava da secoli l'espressione più alta dell'intuizione strategica umana, una disciplina in cui i migliori professionisti iniziano a studiare da bambini e dedicano decenni all'affinamento. La partita due rivelò la natura profonda di questa rottura: alla mossa 37, AlphaGo giocò una posizione che i commentatori umani in diretta giudicarono inizialmente

⁹⁹ OpenAI, «Introducing OpenAI», blog ufficiale, 11 dicembre 2015.

un errore, una mossa che nessun professionista avrebbe considerato, e che si rivelò invece di una precisione devastante¹⁰⁰.

La convinzione consolidata nella comunità scientifica era che un sistema artificiale non avrebbe raggiunto il livello professionale prima di un decennio almeno. AlphaGo anticipò quella previsione di dieci anni.

Il meccanismo era lo stesso già osservato nel capitolo precedente: un evento narrativamente potente comprime i tempi dell'aspettativa, inducendo gli investitori ad anticipare rendimenti che la tecnologia non è ancora in grado di produrre. La differenza rispetto alla bolla dot-com era che questa volta la tecnologia funzionava davvero, ma il fatto che funzionasse non escludeva che le valutazioni incorporassero aspettative eccessive rispetto ai tempi reali di diffusione.

Il ciclo si chiuse nel giugno 2017, con la pubblicazione di «Attention Is All You Need» di Vaswani e colleghi, otto ricercatori di Google Brain e Google Research. Il paper introduceva l'architettura Transformer, basata interamente su un meccanismo di attenzione capace di pesare la rilevanza di ogni elemento di una sequenza rispetto a tutti gli altri, eliminando la struttura ricorrente che aveva dominato l'elaborazione del linguaggio naturale per un decennio. I risultati empirici erano netti: il benchmark di traduzione automatica inglese-tedesco fu il campo di prova su cui misurarono le prestazioni del transformer.

Ottenne un punteggio BLEU di 28,4, contro il 26,36 del miglior modello precedente¹⁰¹. Ma l'implicazione più profonda era di natura diversa: a differenza dei modelli ricorrenti, i Transformer erano parallelizzabili su GPU in misura quasi totale, il che significava che la loro capacità poteva scalare linearmente con la quantità di hardware e dati disponibili. Google aveva, di fatto, consegnato alla comunità scientifica, e ai propri concorrenti, lo strumento che avrebbe reso possibili GPT, BERT e qualunque sistema linguistico di larga scala degli anni successivi. Pubblicando apertamente un'architettura destinata a ridefinire il settore.

¹⁰⁰ D. Silver et al., «Mastering the Game of Go with Deep Neural Networks and Tree Search», *Nature*, vol. 529, 2016, p. 489.

¹⁰¹ A. Vaswani et al., «Attention Is All You Need», in *Advances in Neural Information Processing Systems*, vol. 30, 2017, pp. 1–11.

Il quinquennio 2013-2017 aveva così trasformato l'intelligenza artificiale da campo ancora sperimentale in arena di competizione strategica tra le più capitalizzate aziende del mondo. Il capitale era affluito in forma di acquisizioni, laboratori interni e hiring wars incorporando la ricerca accademica ovviamente in strutture che ne garantivano risorse ma ne condizionavano gli orizzonti.

Si delineava così la fase successiva: quella dell'intelligenza artificiale come infrastruttura economica.

3.2 Dal paradigma al limite fisico

Il concetto era chiaro: più GPU coinvolte, maggiore capacità computazionale.

Il che, tradotto nel linguaggio del capitale, significava che il vantaggio competitivo nell'AI era acquistabile. Questa implicazione rimase inizialmente nell'ecosistema ristretto dei laboratori di ricerca, ma nel gennaio 2020 acquisì una formalizzazione scientifica che avrebbe trasformato la natura degli investimenti nel settore. OpenAI pubblicò un paper intitolato: “Scaling Laws for Neural Language Models” attraverso il quale dimostrò empiricamente che le prestazioni dei modelli linguistici migliorano in modo prevedibile e regolare all'aumentare di tre variabili — parametri, dati e compute — seguendo leggi di potenza stabili.¹⁰²

La conseguenza diretta fu un riorientamento dei flussi di investimento che precedette di anni la consapevolezza pubblica. Nel luglio 2019, Microsoft aveva già formalizzato un primo investimento di un miliardo di dollari in OpenAI,¹⁰³ scommettendo sulla strategia di scala prima che GPT-3 ne dimostrasse la portata. Quando nel maggio 2020 OpenAI pubblicò GPT-3, un modello da 175 miliardi di parametri, allora il più grande mai addestrato la scommessa risultò vinta: il sistema mostrava capacità emergenti in traduzione, ragionamento e generazione di codice sorprendenti. Il messaggio per il capitale era inequivocabile: più grande è il modello, più utile è il prodotto. Dall'affermazione alla sua conseguenza

¹⁰² J. Kaplan et al., *Scaling Laws for Neural Language Models*, OpenAI, arXiv:2001.08361, 2020.

¹⁰³ Microsoft Corporation, *OpenAI forms exclusive computing partnership with Microsoft*, comunicato stampa, 22 luglio 2019.

finanziaria il passo fu immediato. La partnership tra Microsoft e OpenAI si approfondì progressivamente, sino all'investimento aggiuntivo di circa dieci miliardi di dollari annunciato nel gennaio 2023,¹⁰⁴ mentre l'ecosistema di venture capital accelerò nella stessa direzione: i flussi verso startup AI crebbero in maniera esponenziale sostenuti dal potenziale che questa tecnologia prometteva.

Il lancio di ChatGPT, il 30 novembre 2022, rese visibile l'esito a chiunque e raggiunse cento milioni di utenti in soli due mesi,¹⁰⁵ dimostrando che il prodotto non era destinato solo al mercato B2B: l'utilità si era diffusa a un ritmo senza precedenti.

In questo contesto è importante fare un focus su tutta l'infrastruttura che necessita l'intelligenza artificiale per funzionare.

In primis abbiamo i semiconduttori:

NVIDIA, i cui chip erano l'unico vettore attraverso cui la strategia di scala poteva essere fisicamente eseguita, vide il proprio titolo crescere di oltre il 200% solo nel 2023¹⁰⁶ con le previsioni di utili saliti alle stelle, in seguito alla domanda dei loro prodotti: le GPU H100 avevano liste d'attesa di mesi, e non era disponibile alcun sostituto funzionale.

I semiconduttori sono il mezzo ma l'energia è ciò che muove tutto, la domanda di potenza dei data center dedicati all'AI cresce sempre di più. Nel 2024 i data center hanno consumato globalmente circa 415 TWh di elettricità (l'1,5% del consumo mondiale) con una crescita media del 12% annuo dal 2017, quattro volte più rapida di quella della domanda elettrica totale.¹⁰⁷

Le proiezioni IEA per il 2030 indicano un raddoppio a 945 TWh, «leggermente superiore al consumo elettrico attuale dell'intero Giappone», con gli Stati Uniti che contribuiranno da soli per quasi la metà dell'incremento globale: entro fine decennio il paese consumerà più elettricità per i data center che per la produzione combinata di alluminio, acciaio, cemento e chimica.¹⁰⁸

¹⁰⁴ Microsoft Corporation, comunicato stampa, 23 gennaio 2023.

¹⁰⁵ Hu, K. (2023, February 1). "ChatGPT sets record for fastest-growing user base – analyst note." Reuters.

¹⁰⁶ Nasdaq. *NVIDIA Corporation Common Stock (NVDA) Advanced Charting*. Nasdaq, dati storici di mercato 2023.

¹⁰⁷ IEA (2025). *Energy and AI*. World Energy Outlook Special Report. Paris: International Energy Agency. Licence: CC BY 4.0. P. 13.

¹⁰⁸ Ibid., p. 14.

Il dato strutturalmente più critico non riguarda i volumi ma i tempi di risposta del sistema: la costruzione di nuove linee di trasmissione richiede tra i quattro e gli otto anni nelle economie avanzate, i tempi di consegna per trasformatori e cavi di rete sono raddoppiati negli ultimi tre anni, e le turbine per i nuovi impianti a gas accusano ritardi di diversi anni.¹⁰⁹

Questo segnala come l'intelligenza artificiale cresca a ritmi che l'infrastruttura che la regge in piedi non riesce a sostenere.

Sul fronte del mix energetico, il carbone copre ancora il 30% dell'elettricità consumata globalmente dai data center, il gas il 26%, le rinnovabili il 27% e il nucleare il 15%.¹¹⁰ La risposta dell'industria assunse forme concrete: nel settembre 2024 Microsoft e Constellation Energy firmarono un accordo ventennale per il riavvio della centrale nucleare di Three Mile Island, e sono già stati annunciati piani per 25 GW di reattori modulari di piccola taglia associati all'alimentazione dei data center, con i primi impianti attesi non prima della fine del decennio.¹¹¹ Per dimensionare l'asimmetria tra domanda privata e capacità pubblica del sistema energetico: nel 2025 i soli quattro grandi operatori tecnologici, Alphabet, Amazon, Meta e Microsoft hanno pianificato investimenti in infrastruttura AI pari a circa 300 miliardi di dollari, oltre il 20% in più rispetto all'intero investimento nel settore elettrico degli Stati Uniti.¹¹²

Il vincolo idrico è sistemico quanto quello elettrico. Un data center iperscala da 100 MW consuma mediamente 2 milioni di litri d'acqua al giorno, l'equivalente di 6.500 abitazioni, con oltre il 60% riconducibile a consumi indiretti legati all'approvvigionamento energetico. A livello globale, il consumo idrico dei data center è stimato in 560 miliardi di litri annui nel 2024, destinati a superare i 1.200 miliardi entro il 2030.¹¹³

Il quadro che emerge è quello di una strategia finanziaria che ha anticipato di anni la capacità della supply chain fisica di sostenerla e il divario tra le due è precisamente il terreno su cui si formano le sopravvalutazioni. Come il mercato finanziario stia prezzando questo divario, e

¹⁰⁹ Ibid., p. 15.

¹¹⁰ Ibid., p.86.

¹¹¹ Ibid., pp. 75-76.

¹¹² Ibid., pp. 22-23.

¹¹³ Ibid., pp. 242-243.

quali meccanismi di concentrazione e rischio sistemico stia generando nel farlo, è il soggetto del paragrafo che segue.

3.3 Il circuito chiuso: valutazioni, concentrazione e autoalimentazione finanziaria

Una volta analizzato il contesto in cui questa tecnologia è nata ed è cresciuta, spostiamo l'attenzione verso il sistema attraverso il quale i colossi portanti del tech si siano finanziati e si finanziano tuttora.

Il venture capital rappresentò uno dei primi canali di finanziamento dell'ecosistema dell'intelligenza artificiale, con una crescita significativa degli investimenti già a partire dal 2012, ben prima della diffusione pubblica della generative AI. I flussi di capitale mostrarono inoltre una progressiva concentrazione geografica negli Stati Uniti e in Cina, che emersero come i principali poli globali degli investimenti in AI.¹¹⁴

Il salto quantitativo degli investimenti si produsse tra il 2022 e il 2025: secondo l'OCSE, nel 2025 gli investimenti globali di venture capital in imprese legate all'intelligenza artificiale raggiunsero 258,7 miliardi di dollari, pari al 61% del venture capital mondiale¹¹⁵, oltre il doppio della quota registrata nel 2022. Le sole imprese operanti nell'infrastruttura IT e nei servizi di hosting assorbirono 109,3 miliardi di dollari nel singolo anno.

La distribuzione geografica del capitale notiamo come sia strutturalmente asimmetrica: gli Stati Uniti hanno catturato il 75% del totale (194 miliardi), mentre l'Unione Europea si è fermata al 6% e la Cina al 5%.¹¹⁶

Questa asimmetria non è solo un dato statistico: è la premessa strutturale della "finanza chiusa" che emergerà nei mercati azionari, dove i principali investitori e beneficiari coincidono nello stesso ecosistema.

¹¹⁴ Tricot, *Venture Capital Investments in Artificial Intelligence*, OECD, 2021.

¹¹⁵ OECD (2026). *Venture Capital Investments in Artificial Intelligence*. OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2025. Parigi: OECD Publishing.

¹¹⁶ OECD, *Venture Capital Investments in Artificial Intelligence through 2025*, OECD Publishing, Paris, 2026.

Se il Venture Capital ha rappresentato il canale di ingresso del capitale nell'ecosistema AI, sono i mercati azionari quotati ad averne amplificato gli effetti sull'intera economia finanziaria globale. Il fenomeno più rilevante sotto questo profilo è la concentrazione della capitalizzazione di mercato in un numero ristretto di titoli tecnologici noti come i "Magnifici Sette": Apple, Microsoft, NVIDIA, Alphabet, Amazon, Meta e Tesla, che a inizio 2025 rappresentavano collettivamente il 34,8% della capitalizzazione totale dell'indice S&P 500¹¹⁷, una soglia che non ha precedenti nella storia dei mercati regolamentati moderni e che pone una questione strutturale: quando sette aziende pesano per più di un terzo del principale indice mondiale, il rischio non è più diversificabile attraverso la replica passiva del mercato stesso.

Sul piano delle valutazioni, il parametro più utile per un'analisi è il CAPE, il rapporto prezzo/utili corretto per il ciclo, elaborato da Robert Shiller, che nel 2025 ha raggiunto un valore di circa 41,6, il secondo livello più elevato registrato negli ultimi 145 anni di storia finanziaria americana. Il picco storico assoluto coincide con il marzo 2000, apice della bolla dot-com, quando il CAPE toccò 44,19; la media storica di lungo periodo si attesta attorno a 17,3. Questa prossimità ai massimi storici non implica necessariamente un'imminente correzione, Shiller stesso è cauto nel trarre previsioni meccaniche dal CAPE, ma segnala che i mercati prezzano aspettative di crescita degli utili che lasciano pochissimo margine di errore¹¹⁸.

È in questo contesto di valutazioni elevate che emerge il fenomeno che Paulo Carvão ha definito su *Harvard Business Review* come "finanza chiusa": un circuito in cui i principali investitori e i principali beneficiari degli investimenti in AI coincidono nello stesso ecosistema, generando un effetto di autoalimentazione che rischia di non essere sostenibile¹¹⁹. La visualizzazione più efficace di questo circuito è stata pubblicata da

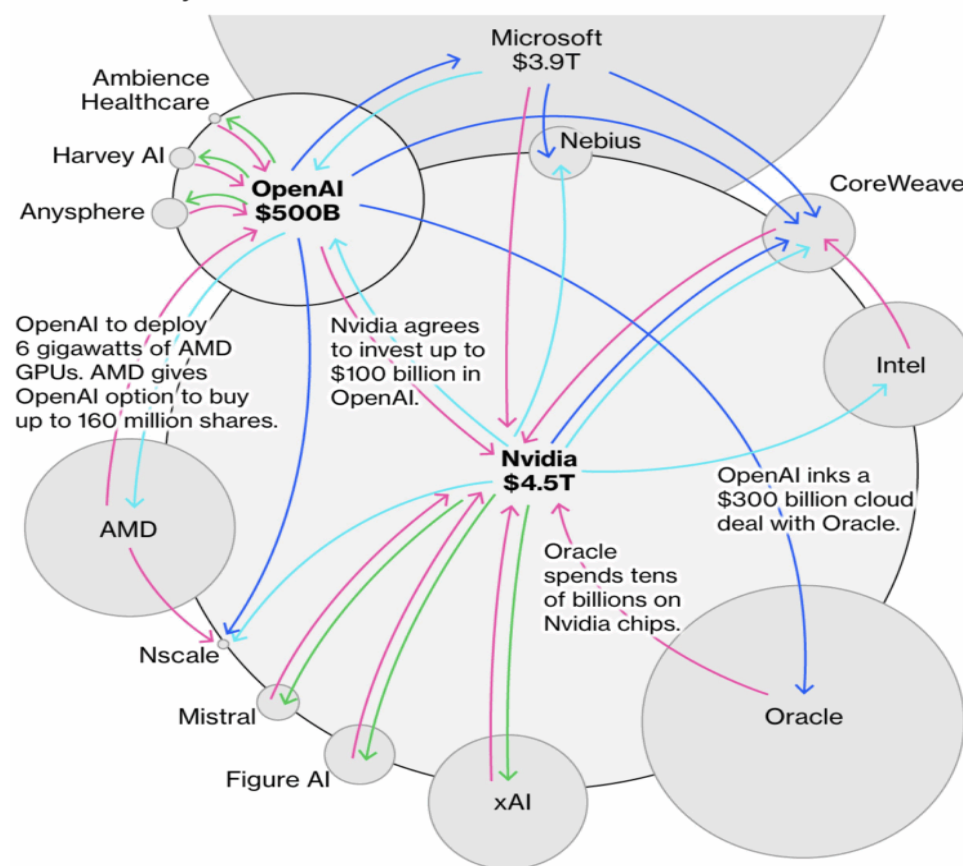
¹¹⁷ S&P Dow Jones Indices, *S&P 500 Factsheet*, 2025.

¹¹⁸ Shiller, R. (2015). *Irrational Exuberance* (3rd ed.). Princeton University Press; dati aggiornati disponibili su Yale Department of Economics, *Online Data Robert Shiller*, 2025.

¹¹⁹ Carvão, P. (2025, October). "The Closed Finance Loop of AI." *Harvard Business Review*.

How Nvidia and OpenAI Fuel the AI Money Machine

Hardware or Software Investment Services Venture Capital
Circles sized by market value



Bloomberg nel 2025: Source: Bloomberg News reporting

L'immagine raffigura la catena di interdipendenze incrociate tra i quattro attori centrali: NVIDIA, con una capitalizzazione che ha superato i 4.500 miliardi di dollari, ha investito circa 100 miliardi in OpenAI, OpenAI ha sottoscritto contratti cloud con Oracle per circa 300 miliardi di dollari, Oracle ha acquistato chip NVIDIA per sostenere quella stessa infrastruttura, AMD, concorrente diretto di NVIDIA nel mercato dei processori AI, ha siglato con OpenAI un accordo che combina forniture hardware con una partecipazione azionaria di 160 milioni di azioni¹²⁰. Il risultato è un sistema in cui l'aumento di valore di NVIDIA stimola la capacità di spesa di OpenAI, che alimenta i ricavi di Oracle, che acquista nuovi chip NVIDIA: non un mercato aperto alla scoperta del prezzo, ma un circuito in cui la validazione è reciproca e autoreferenziale.

Il problema qui è che se gli investitori si basano su indicatori come gli utili attesi e flussi di cassa, queste società che si stanno alimentando reciprocamente sulla carta mostrano una

¹²⁰ Bloomberg News (2025). "How Nvidia and OpenAI Fuel the AI Money Machine." Bloomberg.

capacità reddituale forte e concreta ma, nella realtà c'è da analizzare se poi questi capex si tramuteranno in ricavi veri provenienti da agenti esterni all'ecosistema stesso.

3.3.1 Chip e minerali: la guerra per il controllo dell'infrastruttura AI

La concentrazione finanziaria e infrastrutturale descritta nelle sezioni precedenti non si regge su un mercato aperto: si sviluppa dentro una rivalità geopolitica che ne condiziona strutturalmente la sostenibilità, e che rivela quanto l'intelligenza artificiale sia diventata, prima ancora che una tecnologia, un bene strategico e fulcro di esercizio del potere statale. A partire dal 2022, gli Stati Uniti hanno costruito un regime di controllo sulle esportazioni di semiconduttori avanzati verso la Cina articolato su più livelli: chip ad alta densità computazionale, macchine litografiche EUV, software di progettazione. La logica dichiarata è quella del rallentamento tecnologico selettivo, non un embargo totale, ma la progressiva esclusione della Cina dai nodi critici della catena produttiva dell'AI. Quello che questa strategia non ha previsto con sufficiente lucidità è il costo della propria asimmetria: Washington ha costruito un muro intorno alla tecnologia, ignorando che la materia prima da cui quella tecnologia dipende si trova dall'altra parte¹²¹. La risposta di Pechino è stata esattamente questa: non competere sul terreno scelto dall'avversario, dove il vantaggio americano nei chip avanzati è reale, ma spostare la pressione sui materiali critici, dove il monopolio cinese è altrettanto reale¹²². Gallio, germanio, terre rare: elementi di cui la Cina controlla tra il 60% e il 99% della produzione mondiale, senza i quali non esiste semiconduttore avanzato, non esistono magneti per i motori elettrici, non esiste l'avvolgimento tecnologico su cui l'Occidente ha costruito la propria modernità industriale. I controlli sulle esportazioni di gallio e germanio del luglio 2023, trasformati in divieto formale verso gli Stati Uniti nel dicembre 2024, e l'estensione alle terre rare nella primavera del 2025, non sono stati atti di ritorsione impulsiva: sono state mosse di una strategia che Pechino ha preparato sapendo che, prima o poi, la dipendenza dell'Occidente dalle sue forniture sarebbe diventata l'unica leva geopolitica disponibile¹²³.

¹²¹ Baskaran & Schwartz, *China Imposes Its Most Stringent Critical Minerals Export Restrictions Yet*, CSIS, 2024.

¹²² Stimson Center, *China's Germanium and Gallium Export Restrictions: Consequences for the United States*, Washington D.C., 2025.

¹²³ U.S. International Trade Commission, *Germanium and Gallium: U.S. Trade and Chinese Export Controls*, Washington D.C., 2024.

Ciò che emerge da questa lettura complessiva è un sistema in cui la posta in gioco ha smesso di essere puramente economica: l'AI è diventata la variabile attraverso cui si ridefiniscono equilibri di potere, catene di approvvigionamento e sovranità tecnologica. È precisamente questa natura ibrida, tecnologia, asset finanziario e strumento geopolitico insieme, a rendere difficile rispondere con gli strumenti analitici tradizionali alla domanda centrale di questa tesi: siamo di fronte a una bolla, o a qualcosa strutturalmente diverso? Nel capitolo conclusivo affronteremo questa questione attraverso il confronto diretto con la bolla dot-com, cercando di capire se le dinamiche finanziarie che hanno travolto i mercati tra il 2000 e il 2002 stiano ripetendosi in forme analoghe, o se l'era dell'AI stia seguendo una traiettoria propria, più complessa, più radicata nell'economia reale, e per questo ancora più difficile da leggere prima che si riveli.

CAPITOLO 4: L'Analisi Comparativa: Mercati Pubblici, Mercati Privati e il Rischio Infrastrutturale

In questo ultimo capitolo discuteremo il confronto esplicito tra le due epoche affrontate nei capitoli precedenti. Ed è qui che emerge la complessità maggiore: la risposta alla domanda "l'AI è una bolla?".

Questo capitolo argomenta che la risposta è duale, e dipende dal piano di analisi adottato. Sui mercati azionari pubblici, là dove si scambiano le azioni delle società quotate, l'evidenza empirica non supporta la tesi della bolla speculativa. I fondamentali crescono più in fretta dei prezzi, le dinamiche di valutazione sono compressive piuttosto che esplosive, e i test statistici rigettano le caratteristiche tipiche delle bolle di fine ciclo. Il principale rischio identificabile sui mercati pubblici è la concentrazione, non la speculazione irrazionale. Sui mercati privati del venture capital e nell'arena degli investimenti infrastrutturali, il quadro cambia radicalmente. Valutazioni che raggiungono i 730 miliardi di dollari per società prive di prospettive di profitto nell'arco del decennio, metriche di finanziamento per dipendente senza precedenti nella storia finanziaria, piani di spesa in conto capitale da 650-700 miliardi di dollari annui che presuppongono ritorni sull'investimento non ancora dimostrati: qui il surriscaldamento è misurabile e documentato.

La struttura del capitolo riflette questa dualità. La prima sezione analizza i mercati azionari pubblici attraverso la metodologia quantitativa sviluppata da Amundi Investment Institute nel Working Paper 190 (aprile 2026),¹²⁴ costruendo portafogli AI e ex-AI speculari ai portafogli TMT e ex-TMT del 1997-2000. La seconda sezione sposta il fuoco sui mercati privati e sull'infrastruttura computazionale, utilizzando l'analisi comparativa di IntuitionLabs

¹²⁴ Defend, M., Lepetit, F., Roncalli, T. (2026). *AI Boom or Bubble? Lessons from the Dot-Com Period*. Amundi Investment Institute, Working Paper 190, aprile 2026.

(ottobre 2025, revisione febbraio 2026)¹²⁵ per documentare dove si concentra il vero rischio sistemico. La terza sezione rilegge entrambi i piani di analisi attraverso le lenti teoriche di Perez, Shiller e Soros. La quarta e ultima sezione formula una risposta alla domanda centrale: non una bolla pura, non una rivoluzione garantita, ma qualcosa di strutturalmente nuovo che i modelli convenzionali faticano a cogliere interamente.

4.1 L'Analisi dei Mercati Azionari Pubblici: I Fondamentali Smentiscono la Narrativa della Bolla

Il problema principale nel confrontare l'era AI con quella dot-com consiste nel fatto che le due epoche hanno strutture settoriali diverse: le azioni TMT degli anni Novanta non sono comparabili, composizione per composizione, con le azioni AI del 2023-2025. Per superare questo ostacolo, il team di ricerca di Amundi Investment Institute ha sviluppato una metodologia proprietaria in cinque fasi che costruisce portafogli comparabili tra le due epoche.

La prima fase è di natura qualitativa: gli analisti di Amundi esaminano i bilanci, i modelli di business e le dichiarazioni pubbliche delle imprese per individuare quelle con un'esposizione reale e misurabile all'intelligenza artificiale. Ogni società identificata viene classificata secondo due dimensioni indipendenti: la sua *posizione economica* rispetto alla catena del valore AI (Leader, Adjacent, Pure Player) e la sua *funzione economica* (Applicazioni e Servizi, Dati e Intelligence, Calcolo e Infrastruttura). Questa doppia classificazione impedisce che imprese con ruoli molto diversi vengano trattate come equivalenti.

La seconda fase aggrega le società così identificate in un portafoglio tematico AI a pesi uguali, composto al dicembre 2025 da 26 titoli, che funge da benchmark di riferimento per misurare cos'è il "movimento puro" dell'AI sui mercati. L'uguale ponderazione è una scelta

¹²⁵ IntuitionLabs.ai (2026). *AI Bubble vs. Dot-com Bubble: A Data-Driven Comparison*. Originariamente pubblicato il 20 ottobre 2025, revisione del 28 febbraio 2026.

metodologica deliberata: garantisce che nessuna singola mega-cap (come NVIDIA) distorca il segnale.

La terza fase è quella tecnicamente più sofisticata, ed è il cuore del metodo. Il rendimento di quel portafoglio tematico contiene ancora una componente di mercato generica, sale quando sale tutto il mercato, indipendentemente dall'AI. Per isolare ciò che è specificamente dovuto all'AI, gli autori applicano il modello CAPM: stimano la componente di rendimento spiegabile dal mercato nel suo complesso (il cosiddetto beta di mercato) e la sottraggono. Ciò che rimane, il residuo, è il *fattore di rischio AI puro*: un indicatore che si muove esclusivamente per ragioni legate all'intelligenza artificiale e non alla direzione generale della borsa

La quarta fase utilizza questo fattore AI puro come strumento di misurazione su tutti gli altri titoli dell'universo di investimento. Ogni singola azione dell'S&P 500 viene regredita sul fattore AI usando una finestra mobile, ovvero un calcolo che si aggiorna mese per mese man mano che arrivano nuovi dati. Il risultato è un *beta AI* per ciascun titolo: un numero che misura quanto quel titolo tende a muoversi in risposta alle notizie e ai movimenti specifici dell'AI. Un beta AI elevato segnala che l'azione è molto sensibile al fattore AI; un beta AI vicino a zero indica che l'azione si comporta in modo sostanzialmente indipendente da esso.

La quinta e ultima fase trasforma questa misurazione in portafogli operativi. I titoli il cui beta AI stimato supera una soglia predefinita entrano nel portafoglio AI, ponderato per capitalizzazione di mercato; tutti gli altri titoli dell'indice formano il portafoglio ex-AI, anch'esso ponderato per capitalizzazione. Per costruzione, i due portafogli sommano esattamente all'indice S&P 500 padre, il che permette di decomporre in ogni momento la performance dell'indice nella sua quota AI e nella sua quota non-AI. La selezione viene ripetuta ogni mese per tenere conto del fatto che la sensibilità di un titolo all'AI evolve nel tempo.

Lo stesso schema viene replicato specularmente per l'era dot-com, costruendo portafogli TMT (Technology, Media, Telecommunications) e ex-TMT con criteri analoghi. È questa

simmetria metodologica, applicare la stessa logica a epoche diverse, che rende il confronto tra le due fasi storicamente rigoroso anziché meramente narrativo¹²⁶.

4.2 La Performance Comparata: Similitudini Evidenti, Differenze Strutturali

Il primo risultato dell'analisi di Amundi è, in apparenza, allarmante. Dal gennaio 2023 al dicembre 2025, le azioni AI hanno registrato una performance cumulativa del +267,3%, contro il +55,2% delle azioni non-AI nello stesso periodo — ovvero una sovraperformance di 212 punti percentuali¹²⁷.

Per dare un senso a questa cifra: chi avesse investito 100 euro nel portafoglio AI a inizio 2023 si sarebbe ritrovato con 367 euro a fine 2025; chi avesse investito nella parte restante del mercato ne avrebbe 155. Questa divergenza è rara nella storia dei mercati azionari e pone legittimamente la questione di un possibile eccesso speculativo.

Il confronto diretto con l'era dot-com, tuttavia, introduce le prime differenze significative. Amundi confronta la traiettoria dell'S&P 500 nel periodo 2023-2025 con quella del medesimo indice durante la bolla internet, e il risultato è che il periodo attuale assomiglia più al 1995-1997 che al 1997-2000¹²⁸.

Questa distinzione è tutt'altro che secondaria: il 1995-1997 corrispondeva alla fase di displacement, il momento in cui una nuova tecnologia inizia ad attirare l'attenzione degli investitori senza che il delirio speculativo si sia ancora instaurato, mentre il 1997-2000 era già la fase di takeoff ed euphoria, quella in cui le valutazioni si disconnettono dai fondamentali e il momentum prende il sopravvento sulla razionalità¹²⁹. In altri termini: guardando all'indice aggregato, l'AI sembrerebbe ancora nelle fasi iniziali del ciclo speculativo, non nelle fasi avanzate.

¹²⁶ Defend, M., Lepetit, F., Roncalli, T. (2026). *AI Boom or Bubble? Lessons from the Dot-Com Period*. Amundi Investment Institute, Working Paper 190, aprile 2026. Pp. 6-8.

¹²⁷ Tabella 1 p. 8 e Tabella 5 p. 14.

¹²⁸ Figura 3 p. 12.

¹²⁹ Figura 2 p. 10 e pp. 9-10.

Il quadro si complica quando si restringe il confronto ai soli portafogli tematici. Se invece di confrontare l'S&P 500 nel suo complesso si mettono a confronto il portafoglio AI (2023-2025) con il portafoglio TMT (1997-1999), i rendimenti assoluti diventano comparabili¹³⁰. Ciò significa che, isolando le azioni effettivamente legate all'AI dal resto del mercato, la traiettoria ricorda più da vicino quella del TMT nella sua fase speculativa matura che nella sua fase iniziale. La composizione dell'indice, dunque, attenua la lettura: la moderazione apparente del mercato aggregato è in parte dovuta al peso della componente non-AI, che dilui il segnale.

Emergono tuttavia due differenze strutturali che impediscono di equiparare le due situazioni.

La prima riguarda il profilo temporale dei rendimenti. Durante la bolla dot-com, i guadagni del TMT erano fortemente concentrati nella fase finale: il portafoglio TMT saliva in modo sempre più ripido man mano che ci si avvicinava al picco del marzo 2000, con un profilo parabolico tipico dei mercati in euforia. Il portafoglio AI, al contrario, ha prodotto rendimenti costanti e distribuiti nel tempo, con correzioni intermedie regolari. Questa differenza è confermata dall'analisi delle funzioni di autocorrelazione (ACF) e autocorrelazione parziale (PACF) sui rendimenti quotidiani¹³¹: il portafoglio TMT mostrava trend-following, ovvero la tendenza dei rendimenti positivi a essere seguiti da altri rendimenti positivi, con persistenza del momentum fino all'orizzonte mensile e oltre, il che è la firma statistica di un mercato guidato dall'euforia e dal contagio speculativo. Il portafoglio AI mostra invece mean-reverting a livello mensile: i movimenti al rialzo tendono a essere seguiti da piccole correzioni, un pattern tipico dei mercati guidati dai fondamentali, dove gli investitori tendono a vendere quando i prezzi salgono troppo rapidamente rispetto agli utili.

La seconda differenza riguarda la struttura di concentrazione dei due portafogli. Al loro rispettivo picco, il portafoglio TMT comprendeva circa 100 titoli con un peso medio individuale sull'indice S&P 500 di 47 punti base; il portafoglio AI ne include circa 45, con un peso medio di 87 punti base¹³².

¹³⁰ Figura 4 p. 12

¹³¹ Tabella 10, Appendice p. 19.

¹³² Tabella 2 pp. 13.

L'AI è dunque quasi la metà in termini di numero di componenti, ma ciascun titolo pesa quasi il doppio sull'indice. Questo significa che lo stesso livello di concentrazione complessiva è ottenuto con meno azioni, ciascuna più sistemicamente rilevante: una singola notizia negativa su NVIDIA o Microsoft muove l'indice in misura maggiore di quanto potesse fare una singola notizia su Cisco o Dell nel 2000.

Sul piano del contributo alla performance dell'indice, le similitudini tra le due epoche sono invece marcate. Nel periodo 1997-2000, le azioni TMT hanno generato il 49% dei rendimenti totali dell'S&P 500; nel solo 1999, tale quota è salita all'82,1%¹³³.

Il portafoglio AI ha contribuito al 42,9% dei rendimenti dell'indice nel 2023, al 51,6% nel 2024 e al 57,3% nel 2025¹³⁴. In entrambi i casi, un gruppo ristretto di titoli ha guidato l'intero mercato: una caratteristica che, di per sé, non è sufficiente a definire una bolla, ci sono stati periodi storici in cui la leadership settoriale concentrata rispecchiava una trasformazione strutturale reale dell'economia, ma che amplifica il rischio di drawdown qualora quel gruppo settoriale subisse una correzione.

4.3 La Valuation Compression: Quando gli Utili Battono i Prezzi

La differenza più significativa tra le due epoche emerge dall'analisi delle valutazioni. Mentre nella fase dot-com il P/E trailing del portafoglio TMT si è espanso continuamente, da 21,4x nel 1997 a un picco di 54,3x nel 2000, nell'era AI si è verificato il fenomeno opposto: il P/E trailing del portafoglio AI è *sceso* da 40,4x nel 2023 a 34,2x nel 2025, contestualmente a prezzi in rialzo del +87,7%, +55,8% e +25,5% nei tre anni.¹³⁵ L'unica spiegazione coerente è che gli utili sono cresciuti più rapidamente dei prezzi, questo da un segnale di consapevolezza di mercato.

¹³³ Tabella 4 p. 14.

¹³⁴ Tabella 5 p. 14.

¹³⁵ Amundi WP190, Tab.7, p.16.

Si nota come NVIDIA ha registrato nell'esercizio 2026 ricavi per 215,9 miliardi di dollari (+65% anno su anno) con margini netti del 53%,¹³⁶ mentre al picco del 1999 le imprese TMT presentavano utili in larga misura attesi e spesso mai materializzati. Anche qui si nota un'ulteriore conferma di un mercato consapevole, nonostante i multipli alti, essi in gran parte sono giustificati da flussi di cassa reali.

Una distinzione analoga emerge sul capex: nel periodo 1997-2000 l'intensità di investimento del portafoglio TMT era in calo (dal 10,50% del 1996 al 6,38% del 2000); il portafoglio AI segue la traiettoria opposta, raggiungendo l'8,58% nel marzo 2026 contro il 4,50% del portafoglio ex-AI nello stesso periodo.¹³⁷ Le grandi imprese AI stanno costruendo infrastrutture reali, non gonfiando narrative su asset virtuali.

Per verificare in modo formale la presenza di dinamiche di bolla, Amundi applica un test autoregressivo di ordine uno ai rapporti P/E: un coefficiente AR(1) superiore a uno segnala che le valutazioni si allontanano dal proprio equilibrio in modo esplosivo — la firma statistica di una bolla; un valore inferiore a uno indica un processo mean-reverting, incompatibile con le dinamiche speculative di fine ciclo.

I risultati per il periodo 1997-1999 confermano la diagnosi storica: il coefficiente AR(1) del portafoglio TMT è 1,078, con statistica t di 2,453, superiore al valore critico al 99% di confidenza (2,438). L'ipotesi di processo esplosivo non può essere rigettata.¹³⁸

Per il periodo 2023-2025, i risultati sono opposti: il coefficiente AR(1) del portafoglio AI è 0,991 e la statistica t è -0,606. Il processo esplosivo è fermamente e uniformemente rigettato su tutti e tre i portafogli esaminati.¹³⁹ Come concludono gli autori: "Questi risultati forniscono prove sostanziali che, a differenza del periodo dot-com, l'attuale boom dell'IA non presenta le caratteristiche statistiche di una bolla speculativa."¹⁴⁰

Il principale rischio sui mercati pubblici è dunque di altra natura: non la speculazione irrazionale, ma la concentrazione. Un gruppo ristretto di titoli guida oltre la metà dei

¹³⁶ NVIDIA Corporation (2026). *Q4 and Full Year Fiscal 2026 Earnings Results*. Press release, 26 febbraio 2026.

¹³⁷ Amundi WP190, Tab.9, p.17.

¹³⁸ Amundi WP190, Tab.6, p.15.

¹³⁹ Amundi WP190, Tab.7, p.16.

¹⁴⁰ Amundi WP190, p.16.

rendimenti dell'indice, il che espone le allocazioni standard a un'amplificazione dei drawdown in caso di correzione del settore AI.

4.4 La Frattura tra Mercati Pubblici e Privati

La diagnosi rassicurante sui mercati azionari pubblici non esaurisce l'analisi. Esiste un secondo piano di realtà finanziaria che sfugge ai radar dei mercati quotati: il venture capital e le valutazioni private, dove le dinamiche di surriscaldamento sono visibili e documentate.

La frattura è strutturale. Sui mercati pubblici, la disciplina del prezzo opera quotidianamente. Sui mercati privati, questa disciplina è sospesa: le valutazioni sono fissate al momento del round di finanziamento e possono restare immutate per anni.

il momento della verità è rinviato, non eliminato. Nel 1999-2000 le imprese internet accedevano rapidamente alle IPO, esponendosi alla disciplina del prezzo; oggi le grandi scommesse speculative rimangono nel dominio privato, e quando arriveranno ai mercati pubblici potranno generare eventi di repricing improvvisi.

I numeri del settore AI privato non hanno precedenti storici. Nel febbraio 2026, OpenAI ha chiuso il più grande round di finanziamento privato della storia: 110 miliardi di dollari¹⁴¹ apportati da tre soli investitori — Amazon (50 miliardi), NVIDIA (30 miliardi) e SoftBank (30 miliardi), per una valutazione pre-money di 730 miliardi, pari a circa 56 volte i ricavi annualizzati¹⁴² di un'impresa che non prevede di raggiungere la redditività prima del 2030, con proiezioni di cash burn di 17, 35 e 47 miliardi rispettivamente nel 2026, 2027 e 2028¹⁴³. Anthropic vale 380 miliardi a 27x revenue¹⁴⁴; Databricks è passata da 62 a 134 miliardi in quattordici mesi.¹⁴⁵

¹⁴¹ Mehrota, A., Bass, D. (2026). *OpenAI Raises \$40 Billion at \$300 Billion Valuation in Record Round*.

¹⁴² IntuitionLabs, pp.5-6.

¹⁴³ Schiffer, Z. (2025). *OpenAI loses \$5 billion a year as it races to build ChatGPT*. The Information, settembre 2025.

¹⁴⁴ Bloomberg News (2026). *Anthropic Raises \$30 Billion, Valuing AI Startup at \$61.5 Billion*.

¹⁴⁵ IntuitionLabs, pp. 6-8.

Il fenomeno più anomalo è però il rapporto tra capital raised e workforce: le principali startup AI vengono valutate tra 400 milioni e 1,2 miliardi di dollari per dipendente¹⁴⁶, una metrica senza paralleli nella storia del venture capital, dot-com inclusa. Questo circuito si chiude poi su sé stesso: NVIDIA investe in OpenAI, OpenAI firma contratti cloud con Oracle, Oracle acquista chip NVIDIA, non un mercato aperto alla scoperta del prezzo, ma un sistema di validazione reciproca e autoreferenziale.

4.4.1 Una Bolla Selettiva su una Rivoluzione Reale

I dati analizzati in questo capitolo supportano una risposta articolata alla domanda centrale della tesi: siamo di fronte a una **bolla selettiva sovrapposta a una rivoluzione tecnologica reale**.

Sui mercati azionari pubblici, l'evidenza non supporta la tesi della bolla speculativa in senso classico. La valuation compression, il rigetto del test AR(1)¹⁴⁷, il capex crescente e gli utili reali delle grandi imprese distinguono strutturalmente questa fase dal 1999. Il rischio è concentrazione, non euforia irrazionale.

Sui mercati privati e nell'arena infrastrutturale, il surriscaldamento è invece documentato: valutazioni da 730 miliardi a 56x revenue senza prospettive di profitto nel decennio, per-employee funding senza precedenti storici, un gap tra 650-700 miliardi di capex annuo e 12 miliardi di spesa consumatori che presuppone un'adozione di scala non ancora dimostrata. La differenza strutturale rispetto al 2000 è la *localizzazione*: la bolla di ieri era pubblica e visibile sul NASDAQ; quella di oggi è privata, protetta dalla disciplina del mercato, e si materializzerà, se si materializzerà, attraverso shock dei mercati privati più che attraverso un crollo borsistico improvviso.

¹⁴⁶ IntuitionLabs, p.8.

¹⁴⁷ Homm, U., Breitung, J. (2012). *Testing for Speculative Bubbles in Stock Markets: A Comparison of Alternative Methods*. Journal of Financial Econometrics, 10(1), pp.198-231.

CONCLUSIONE

Questa tesi ha preso le mosse da una domanda apparentemente semplice, siamo di fronte a una nuova bolla dot-com? per approdare a una risposta necessariamente articolata: no, non stiamo rivivendo il 2000, ma non siamo nemmeno in un mercato del tutto immune da dinamiche speculative, e forse questa stessa formulazione rischia già di essere troppo rassicurante.

L'analisi condotta nei quattro capitoli ha permesso di costruire una risposta su più livelli. Sul piano teorico, il primo capitolo ha mostrato come Perez, Shiller e Soros offrano tre lenti complementari per leggere i cicli finanziari legati all'innovazione: la struttura dei cicli tecnologici, il ruolo delle narrative e degli animal spirits, e il meccanismo di riflessività. Nessuno di questi framework, da solo, è sufficiente; la loro convergenza costituisce una griglia interpretativa robusta. Sul piano storico, il secondo capitolo ha ricostruito la bolla dot-com non come un'anomalia irrazionale isolata, ma come il prodotto prevedibile di una convergenza di deregolamentazione normativa, incentivi fiscali e liquidità monetaria, acuita da una narrativa di rottura totale con il passato che aveva disattivato i meccanismi di difesa razionale degli investitori. Sul piano empirico, il quarto capitolo ha fornito evidenze quantitative decisive a favore della solidità dei mercati quotati: i fondamentali delle grandi imprese AI reggono, gli utili corrono più veloci dei prezzi, il capex segnala investimenti in infrastrutture reali. L'ipotesi di bolla classica sui mercati pubblici non trova supporto nei dati.

Tuttavia, il secondo piano dell'analisi, quello dei mercati privati, restituisce un quadro differente — e più inquietante di quanto la sola diagnosi di "surriscaldamento selettivo" lasci intendere. La vera anomalia strutturale non risiede nelle singole valutazioni, per quanto estreme, ma nell'architettura del sistema che le produce: un circuito chiuso in cui gli stessi soggetti che investono sono quelli che beneficiano della crescita delle valutazioni, rendendo la funzione cognitiva del mercato, valutare il valore reale, indistinguibile dalla funzione partecipativa, confermare il prezzo corrente. È la riflessività di Soros istituzionalizzata su scala sistemica. La differenza rispetto al 2000 non è solo che il rischio è privato anziché pubblico: è che questa volta il meccanismo di autoalimentazione coinvolge aziende con ricavi reali e peso geopolitico reale, rendendo più difficile identificare il momento in cui la narrativa smette di corrispondere alla realtà sottostante.

La risposta alla domanda centrale è quindi la seguente: ci troviamo di fronte a una bolla selettiva sovrapposta a una rivoluzione tecnologica reale. Ma questa formula, corretta sul piano analitico, rischia di oscurare una tensione macroeconomica più profonda. L'intelligenza artificiale non si sta sviluppando in un mercato aperto e distribuito: si sta concentrando in un numero ristrettissimo di attori privati, in un unico Paese, in assenza di quel processo di institutional gap-filling che Perez identifica come condizione necessaria per trasformare una rivoluzione tecnologica in prosperità condivisa. Il divario di investimento tra gli Stati Uniti e il resto del mondo non è un dato congiunturale: è la premessa strutturale di una dipendenza

tecnologica potenzialmente più duratura di quella energetica del XX secolo. E i vincoli fisici che si stanno materializzando, energetici, idrici, minerari, segnalano che il capitale ha precorso di anni la capacità del sistema reale di sostenerlo, esattamente come Perez descrive nella transizione dalla frenesia al turning point.

Limiti della ricerca. Questo studio presenta alcune limitazioni che è necessario riconoscere. In primo luogo, i dati sui mercati privati sono per natura opachi e parziali: le valutazioni utilizzate derivano da comunicati stampa e fonti secondarie, non da dataset sistematici. In secondo luogo, l'analisi è centrata sul mercato statunitense; dinamiche differenti potrebbero emergere nei mercati europei o asiatici. In terzo luogo, il ciclo AI è ancora in corso: il giudizio definitivo sulla presenza o assenza di una correzione sistemica richiederà retrospettività storica che oggi non è disponibile. Infine, il framework teorico adottato lascia in secondo piano variabili geopolitiche come le restrizioni cinesi sulle esportazioni di minerali critici, che potrebbero rivelarsi il fattore di innesco più rilevante dell'intera crisi, non una correzione finanziaria, ma una crisi della supply chain fisica che i modelli di valutazione tradizionali non sono attrezzati a modellare.

Raccomandazioni per la ricerca futura. A partire dai risultati e dai limiti di questa tesi, si identificano almeno tre direzioni di approfondimento meritevoli di indagine. La prima riguarda lo sviluppo di metodologie di valutazione sistematica dei mercati privati AI, che permettano di monitorare il rischio di surriscaldamento in tempo reale anziché retrospettivamente. La seconda concerne l'analisi dell'impatto regolatorio: come l'AI Act europeo, le executive order statunitensi e le restrizioni commerciali sino-americane stanno ridisegnando il panorama competitivo e se stiano colmando, o al contrario acuendo, il vuoto normativo che Perez identifica come fattore strutturale di ogni bolla. La terza direzione, forse la più urgente sul piano macroeconomico, riguarda la relazione tra concentrazione dell'infrastruttura AI e sovranità economica: in che misura un'Europa che cattura il 6% degli investimenti globali in AI sia nelle condizioni di governare una tecnologia che sta diventando infrastruttura critica, e quali strumenti di politica industriale possano ancora invertire questa traiettoria. L'intelligenza artificiale rappresenta, con ogni probabilità, la quinta grande ondata descritta da Perez. Come tutte le rivoluzioni che l'hanno preceduta, la sua traiettoria sarà plasmata non solo dalla tecnologia, ma dalla capacità delle istituzioni di governarla prima che l'eccesso finanziario ne distorca il potenziale produttivo.

BIBLIOGRAFIA

Opere cardine:

- **Perez, C. (2002).** *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
- **Shiller, R. J. (2015).** *Irrational Exuberance: Revised and Expanded Third Edition*. Princeton University Press.
- **Soros, G. (1987).** *The Alchemy of Finance*. Simon & Schuster.
- **T. Berners-Lee,** *Information Management: A Proposal*, CERN, marzo 1989.
- **J. Cassidy,** *Dot.con: How America Lost Its Mind and Money in the Internet Era*, Harper Collins, 2002.
- **United States Congress,** Telecommunications Act of 1996, Public Law 104–104, 110 Stat. 56, 8 February 1996.
- **Couper, E. A., Hejkal, J. P., Wolman, A. L.,** *Boom and Bust in Telecommunications*, **Federal Reserve Bank of Richmond Economic Quarterly**, vol. 89, n. 4, 2003.
- **E. Ofek, M. Richardson,** "DotCom Mania: The Rise and Fall of Internet Stock Prices", *The Journal of Finance*, LVIII, n. 3, giugno 2003.
- **Meeker, M., & DePuy, C. (1995).** *The Internet Report*. New York: HarperBusiness (Morgan Stanley).
- **J. Y. Campbell, R. J. Shiller,** "Valuation Ratios and the Long-Run Stock Market Outlook", *The Journal of Portfolio Management*, 24, n. 2, inverno 1998.
- **Barber e Odean,** «The Internet and the Investor», *JEP*, 2001.
- **Tiscali S.p.A.,** *Prospetto informativo relativo all'ammissione a quotazione e all'offerta pubblica di vendita e sottoscrizione delle azioni ordinarie*, depositato presso CONSOB il 14 ottobre 1999, Borsa Italiana.
- **Willoughby, Jack,** "Burning Up: Warning: Internet Companies Are Running Out of Cash—Fast", **Barron's**, 20 marzo 2000.
- **Robert J. Shiller,** *Irrational Exuberance*, Princeton University Press, 2000.
- **SEC v. Henry McKelvey Blodget,** Complaint, Civil Action No. 03 CV 2947 (WHP) (S.D.N.Y.), 28 aprile 2003, § 3, in *Litigation Release* n. 18115.
- **J.C. Coffee Jr.,** «Understanding Enron: "It's About the Gatekeepers, Stupid"», *The Business Lawyer*, vol. 57, 2002.
- **J.C. Coates IV,** «The Goals and Promise of the Sarbanes-Oxley Act», *Journal of Economic Perspectives*, vol. 21, n. 1, 2007.
- **A. Krizhevsky, I. Sutskever, G.E. Hinton,** «ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks», *Advances in Neural Information Processing Systems*, vol. 25, 2012.
- **E. Brynjolfsson, D. Rock, C. Syverson,** «The Productivity J-Curve: How Intangibles Complement General Purpose Technologies», *American Economic Journal: Macroeconomics*, vol. 13, n. 1, 2021.
- **IEA (2025).** *Energy and AI*. World Energy Outlook Special Report. Paris: International Energy Agency. Licence: CC BY 4.0.

- **Defend, M., Lepetit, F., Roncalli, T. (2026).** *AI Boom or Bubble? Lessons from the Dot-Com Period*. Amundi Investment Institute, Working Paper 190, aprile 2026.
- **IntuitionLabs.ai (2026).** *AI Bubble vs. Dot-com Bubble: A Data-Driven Comparison*. Originariamente pubblicato il 20 ottobre 2025, revisione del 28 febbraio 2026.

Opere di supporto:

- **Akerlof, G. A., & Shiller, R. J. (2009).** *Animal Spirits: How Human Psychology Drives the Economy, and Why It Matters for Global Capitalism*. Princeton University Press.
- **Fama, E. F. (1970).** "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work". *The Journal of Finance*, 25(2), 383-417.
- **Graham, B., & Dodd, D. L. (1934).** *Security Analysis*. McGraw-Hill.
- **Kurzweil, R. (2005).** *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*. New York: Viking.
- **Kennedy, J. P. (1934).** *First Annual Report of the Securities and Exchange Commission*.
- **Keynes, J. M. (1936).** *The General Theory of Employment, Interest, and Money*. Palgrave Macmillan.
- **Mallaby, S. (2010).** *More Money Than God: Hedge Funds and the Making of a New Elite*. Penguin Press.
- **Persky, J. (1995).** "Retrospectives: The Ethology of Homo Economicus". *Journal of Economic Perspectives*.
- **Reinhart, C. M., & Rogoff, K. S. (2009).** *This Time Is Different: Eight Centuries of Financial Folly*. Princeton University Press.
- **Schumpeter, J. A. (1942).** *Capitalism, Socialism and Democracy*. Harper & Brothers.
- **Wigglesworth, R. (2021).** *Trillions: How a Band of Wall Street Renegades Invented the Index Fund and Changed Finance Forever*. Portfolio/Penguin.
- **Tim Berners-Lee, *Weaving the Web*, Harper San Francisco, 1999.**
- **Amazon.com, Inc., *Annual Report (Form 10-K)*, U.S. Securities and Exchange Commission, esercizio fiscale 1999.**
- **Binmore & Klemperer, *The Economic Journal*, vol. 112, n. 478, 2002****M. Andreessen, E. Bina, *NCSA Mosaic: A Global Hypermedia System*, «Internet Research», vol. 4, n. 1, 1994.**
- **R. Michaely, K.L. Womack, «Conflict of Interest and the Credibility of Underwriter Analyst Recommendations», *The Review of Financial Studies*, vol. 12, n. 4, 1999,**
- **R. Lowenstein, *When Genius Failed: The Rise and Fall of Long-Term Capital Management*, Random House, 2000.**
- **Greenspan, Alan, *The Challenge of Central Banking in a Democratic Society*, discorso presso l'American Enterprise Institute, Washington D.C., 5 dicembre 1996.**
- **Dati storici NASDAQ Composite — Federal Reserve Economic Data (FRED), Federal Reserve Bank of St. Louis.**

- **Amazon.com, Inc. (1997).** *Prospectus (Form 424B1)*. U.S. Securities and Exchange Commission.
- **R. J. Shiller**, Dati storici del CAPE ratio, Yale University.
- **Bloomberg L.P.**, dati storici di mercato su Tiscali S.p.A., Bloomberg Terminal.
- **Consob**, Relazione per l'anno 2000, Roma, 31 marzo 2001. **Board of Governors of the Federal Reserve System**, *Federal Funds Rate – Historical Data*.
- **Metz, C.** (2014, 27 gennaio). *Google acquires artificial intelligence startup DeepMind*, Wired.
- **A. L. Oliveira e M. A. T. Figueiredo**, «Artificial Intelligence: Historical Context and State of the Art» vol. 58, Springer, Cham, 2024,
- **A. Vaswani et al.**, «Attention Is All You Need», in *Advances in Neural Information Processing Systems*, vol. 30, 2017
- **National Venture Capital Association**, *NVCA Yearbook 2004*, Washington D.C.
- **J. Kaplan et al.**, *Scaling Laws for Neural Language Models*, OpenAI, arXiv:2001.08361, 2020.
- **Microsoft Corporation**, *OpenAI forms exclusive computing partnership with Microsoft*, comunicato stampa, 22 luglio 2019.
- **Microsoft Corporation**, comunicato stampa, 23 gennaio 2023.
- **Hu, K. (2023, February 1)**. “ChatGPT sets record for fastest-growing user base – analyst note.” Reuters.
- **Nasdaq**. *NVIDIA Corporation Common Stock (NVDA) Advanced Charting*. Nasdaq, dati storici di mercato 2023.
- **K. F. Pilz, Y. Mahmood e L. Heim**, *AI's Power Requirements Under Exponential Growth*, RAND Corporation, 2025.
- **Tricot**, *Venture Capital Investments in Artificial Intelligence*, OECD, 2021.
- **OECD**, *Venture Capital Investments in Artificial Intelligence through 2025*, OECD Publishing, Paris, 2026.
- **Mehrota, A., Bass, D. (2026)**. *OpenAI Raises \$40 Billion at \$300 Billion Valuation in Record Round*.
- **Bloomberg News (2026)**. *Anthropic Raises \$30 Billion, Valuing AI Startup at \$61.5 Billion*.
- **S&P Dow Jones Indices**, *S&P 500 Factsheet*, 2025.
- **OECD (2026)**. *Venture Capital Investments in Artificial Intelligence*. OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2025. Parigi: OECD Publishing.
- **Homm, U., Breitung, J. (2012)**. *Testing for Speculative Bubbles in Stock Markets: A Comparison of Alternative Methods*. Journal of Financial Econometrics, 10(1).
- **Carvão, P. (2025, October)**. "The Closed Finance Loop of AI." *Harvard Business Review*
- **Bloomberg News (2025)**. "How Nvidia and OpenAI Fuel the AI Money Machine." Bloomberg.
- **NVIDIA Corporation (2026)**. *Q4 and Full Year Fiscal 2026 Earnings Results*. Press release, 26 febbraio 2026.
- **Baskaran & Schwartz**, *China Imposes Its Most Stringent Critical Minerals Export Restrictions Yet*, CSIS, 2024.
- **Schiffer, Z. (2025)**. *OpenAI loses \$5 billion a year as it races to build ChatGPT*. The Information, settembre 2025.

- **Stimson Center**, *China's Germanium and Gallium Export Restrictions: Consequences for the United States*, Washington D.C., 2025.
- **U.S. International Trade Commission**, *Germanium and Gallium: U.S. Trade and Chinese Export Controls*, Washington D.C., 2024.