



Dipartimento di Economia e Finanza

Indirizzo Banche ed Intermediari Finanziari

**Come l'attenzione mediatica sulle CBDC
influenza la volatilità dei mercati finanziari**

Relatore:

Prof. Giorgio Di Giorgio

Correlatore:

Prof. Alberto Cybo Ottone

Candidato:

Alessio Dragoti

Matricola: 781421

Anno Accademico 2024/2025

Indice

Introduzione	3
1 Definizione di moneta: una prospettiva storica e teorica	7
1.1 La moneta e la sua evoluzione storica	7
1.2 Criptovalute e stablecoin: nuove forme di moneta?	13
1.3 L'innovazione nei pagamenti digitali	19
2 Central Bank Digital Currency	24
2.1 Caratteristiche e tipologie di CBDC	24
2.2 Motivazioni e obiettivi dietro l'introduzione delle CBDC	28
2.2.1 Supporto alla protezione dei dati e contrasto all'evasione	28
2.2.2 Divergenze nelle motivazioni tra economie avanzate ed emergenti	29
2.2.3 Sintesi delle principali motivazioni teorico-politiche . . .	30
2.3 Sfide e rischi associati all'adozione delle CBDC	33
2.3.1 Rischi per la stabilità finanziaria	33
2.3.2 Implicazioni per la politica monetaria	35
2.3.3 Rischi tecnologici e operativi	37
2.3.4 Problemi di privacy e sorveglianza	39
2.3.5 Inclusione finanziaria e accesso digitale	41
2.4 Esperienze internazionali e prospettive future	43
2.4.1 Cina: lo yuan digitale (e-CNY)	44
2.4.2 Bahamas: il Sand Dollar	46
2.4.3 Nigeria: l'eNaira	47
2.4.4 Svezia: la e-krona	49

2.4.5	Altre iniziative internazionali e prospettive future	51
3	Metodologia e analisi empirica	55
3.1	Premesse	55
3.2	Costruzione dell'indice CBDCAI	56
3.2.1	Dati di mercato e proxy di volatilità	59
3.3	Strategia econometrica: Local Projections	63
3.4	Risultati empirici e discussione	67
3.5	Conclusioni	72
	Appendix	76
	Bibliografia	82

Introduzione

La trasformazione dei sistemi monetari e di pagamento rappresenta uno dei temi più rilevanti dell'economia contemporanea, in cui dinamiche storiche di lungo periodo si intrecciano con innovazioni tecnologiche e istituzionali che ridefiniscono la natura stessa della moneta. La fiducia, elemento immateriale ma cruciale per il funzionamento dei sistemi monetari, ha assunto nel tempo forme diverse: dal valore intrinseco dei beni-merce, alla garanzia sovrana delle monete coniate, fino al patto di convertibilità della cartamoneta e, oggi, alla credibilità delle banche centrali nella gestione delle valute fiat. L'odierna fase, caratterizzata dalla smaterializzazione quasi completa della moneta e dalla crescita dei pagamenti digitali, ha aperto nuove questioni di efficienza, sicurezza, inclusione e sovranità, che trovano un punto di sintesi nel dibattito sulle Central Bank Digital Currencies (CBDC). Le criptovalute e, in particolare, le stablecoin hanno mostrato il potenziale dirompente delle tecnologie decentralizzate e dei registri distribuiti, stimolando riflessioni teoriche e istituzionali sul futuro della moneta. Tuttavia, la loro elevata volatilità e i frequenti episodi di crisi – emblematici i casi di Terra/Luna e di stablecoin non adeguatamente collateralizzate – hanno evidenziato i limiti di soluzioni private nell'assolvere pienamente le funzioni monetarie. Le stablecoin asset-backed hanno ridotto parte di questi rischi, ma restano strumenti ibridi, legati a dinamiche di fiducia e trasparenza ancora fragili. È in questo contesto che le banche centrali hanno accelerato lo studio e lo sviluppo delle CBDC, con l'obiettivo di coniugare innovazione e sicurezza sistemica, preservando il ruolo della moneta pubblica come ancoraggio di fiducia. La letteratura recente ha messo in luce le caratteristiche e le tipologie delle CBDC – retail o wholesale, account-based o token-based, architetture dirette, indirette o ibride – analizzandone le implicazioni per politica monetaria, stabilità

finanziaria e inclusione (Auer & Böhme, 2020; Group of Central Banks & BIS, 2020). Se da un lato esse promettono di rafforzare l'efficienza dei pagamenti e la resilienza dei sistemi finanziari, dall'altro pongono nuove sfide, tra cui la possibile disintermediazione bancaria, i rischi di corse digitali agli sportelli, le tensioni sulla privacy e la complessità della transizione tecnologica (Fernández-Villaverde et al., 2021; Ahnert et al., 2024). Le esperienze internazionali – dal Sand Dollar delle Bahamas all'eNaira in Nigeria, dallo yuan digitale cinese alla sperimentazione della e-krona in Svezia – hanno evidenziato come l'adozione di una CBDC dipenda non solo dal disegno istituzionale, ma anche dal grado di fiducia, inclusione e consapevolezza digitale della popolazione. Nonostante la rilevanza crescente del tema, nelle economie avanzate le CBDC non sono ancora operative su larga scala. Di conseguenza, la valutazione del loro impatto diretto sui mercati finanziari risulta prematura. Per colmare questa lacuna, la presente ricerca si concentra sull'analisi del canale informativo rappresentato dall'attenzione mediatica. Le notizie, contribuendo a plasmare le aspettative degli operatori, possono influenzare la percezione di rischi e opportunità anche in assenza di implementazioni concrete, generando reazioni nei mercati globali. A tal fine, è stato costruito un indice settimanale di attenzione mediatica alle CBDC (CBDCAI), basato su archivi giornalistici internazionali, e lo si è messo in relazione con la volatilità dei mercati azionari mondiali, rappresentata dall'indice FTSE World. L'analisi empirica si fonda su una metodologia di Local Projections (Jordà, 2005), stimata con OLS e varianze robuste di Newey-West, che consente di catturare in maniera trasparente e flessibile la risposta della volatilità a shock informativi. L'orizzonte temporale (2016–2025) copre l'intera fase di crescita del dibattito globale sulle valute digitali, includendo eventi istituzionali chiave e momenti di intensa copertura mediatica. I risultati mostrano che, nel periodo considerato, gli shock informativi sulle CBDC non hanno generato effetti statisticamente significativi sulla volatilità dei mercati finanziari internazionali. Ciò suggerisce che, finora, i fattori macroeconomici di più ampia portata – crisi pandemica, shock energetici, cicli di politica monetaria – abbiano prevalso come driver della volatilità, mentre le CBDC siano state percepite dagli operatori come un tema prospettico e non ancora sistemico. Il contributo della tesi è duplice: da un lato, offre una prima evidenza sistematica sulla relazione tra attenzione

mediatica alle CBDC e stabilità finanziaria, tema ancora poco esplorato nella letteratura; dall'altro, introduce un indice di attenzione costruito ad hoc e una metodologia replicabile che possono costituire base per futuri studi, soprattutto quando l'implementazione delle valute digitali centrali avrà assunto dimensioni più concrete e potenzialmente sistemiche. In tal senso, il lavoro si propone di arricchire il dibattito accademico e istituzionale, fornendo strumenti utili a valutare le implicazioni dell'innovazione monetaria in una prospettiva di lungo periodo.

Capitolo 1

Definizione di moneta: una prospettiva storica e teorica

1.1 La moneta e la sua evoluzione storica

La moneta può essere definita, in termini generali, come qualsiasi entità comunemente accettata come mezzo di pagamento per beni, servizi e l'estinzione di debiti. Il suo valore non dipende dal materiale di cui è composta, ma dalla fiducia collettiva che gli agenti economici ripongono nella sua capacità liberatoria. L'accettazione generalizzata della moneta implica una dimensione convenzionale e sociale: ogni soggetto la utilizza nella convinzione che anche gli altri la accetteranno. Questo aspetto rende la moneta una costruzione economico-sociale fondata sulla fiducia e sulla consuetudine, piuttosto che sulle sue caratteristiche fisiche. Secondo l'approccio classico, la moneta svolge tre funzioni fondamentali: unità di conto, mezzo di scambio e riserva di valore (Jevons, 1875). Come unità di conto, la moneta consente di esprimere il valore di beni e servizi in termini omogenei, facilitando il confronto tra beni diversi e rendendo possibile la contabilità. Come mezzo di scambio, elimina la necessità della doppia coincidenza dei bisogni tipica del baratto, favorendo la specializzazione produttiva e l'efficienza degli scambi. Infine, come riserva di valore, permette il trasferimento di potere d'acquisto nel tempo, a condizione che mantenga stabilità e prevedibilità nel proprio valore reale, obiettivo perseguito dalle banche centrali attraverso la stabilità dei prezzi. Talvolta si aggiunge una quarta funzione, quella di standard

per i pagamenti differiti, ma questa è generalmente considerata una derivazione delle altre tre.

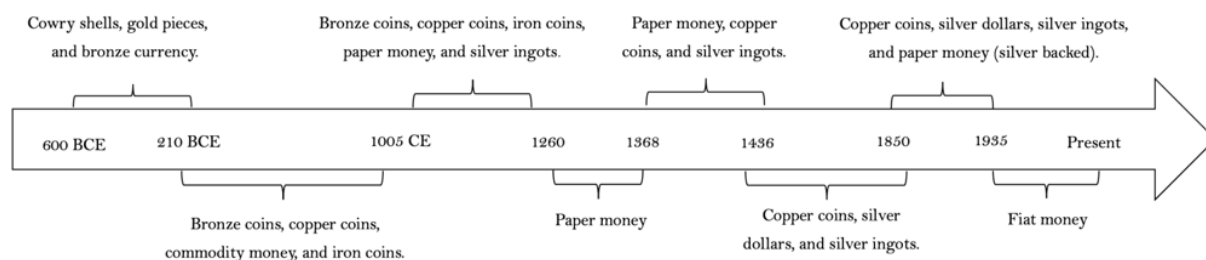


Figura 1.1: Evoluzione cronologica delle forme di moneta dal 600 a.C. al presente. Si passa dall'uso di beni con valore intrinseco (conchiglie, pezzi d'oro, bronzo) alle monete metalliche (rame, bronzo, ferro, argento, oro), alla cartamoneta (a corso merceale e poi fiduciario), fino alla moneta completamente fiat (dal XX secolo) e all'era odierna dei pagamenti elettronici. *Fonte: rielaborazione da von Glahn (2016) in Guan et al. (2024) (The rise and fall of paper money in Yuan China, 1260–1368 | CEPR).*

Storicamente, la moneta ha subito un'evoluzione significativa nelle forme, pur mantenendo inalterate le sue funzioni. Si è passati dal baratto diretto all'adozione spontanea di beni-merce (come conchiglie cowry, bestiame o spezie), apprezzati per caratteristiche come divisibilità e durevolezza. In questa fase, la moneta aveva valore intrinseco: la fiducia derivava dall'utilità stessa del bene, senza necessità di garanzie istituzionali. Tuttavia, limiti come la deperibilità o la difficoltà di trasporto hanno spinto verso l'utilizzo di metalli preziosi (rame, argento, oro), più adatti per natura a fungere da mezzo di scambio. La vera svolta si ebbe con la coniazione delle prime monete metalliche a corso legale nel VII secolo a.C., attribuita ai Lidi (Erodoto), che introdussero monete in elettro con sigillo sovrano. Questi oggetti univano valore intrinseco e garanzia istituzionale, fondando un sistema monetario basato sia sulla fiducia nel metallo sia sull'autorità emittente. Il consolidamento dell'uso delle monete metalliche permise un'espansione dei mercati monetari e una maggiore integrazione economica, come avvenne ad esempio con il denario romano o le monete cinesi di bronzo standardizzato. Nel tempo, però, l'alterazione del contenuto di metallo prezioso nelle monete – pratica nota come tosatura o svalutazione – minò la fiducia nel mezzo di pagamento, come accadde durante la crisi del XVII secolo in Europa. In risposta, nacquero le prime banche pubbliche di deposito, come quella di Amsterdam (1609), che fornivano una forma di moneta bancaria garantita da metallo, ristabilendo la fiducia grazie alla trasparenza e alla gestione istituzionale (Money and Trust: Lessons from the 1620s for Money in the Digital Age). Un ulteriore salto

avvenne con l'introduzione della cartamoneta. In Cina, già sotto la dinastia Tang (VII-IX secolo), e poi Song (960–1279), furono emessi certificati cartacei non sempre completamente coperti da metallo. Marco Polo ne riportò testimonianza in Europa nel XIII secolo. In Europa, la prima cartamoneta fu introdotta in Svezia nel 1661 dalla Stockholms Banco. Si trattava di ricevute convertibili in metallo, dunque moneta fiduciaria rappresentativa. Tuttavia, l'eccessiva emissione rispetto alle riserve causò crisi di fiducia, come nel fallimento della banca di Palmstruch (1667) o nel caso francese di John Law (1720). Nel XIX secolo, la diffusione delle banche centrali e l'introduzione del Gold Standard consolidarono la fiducia nella cartamoneta, vincolandone l'emissione alle riserve auree. La moneta assolveva le proprie funzioni fondandosi su un patto di convertibilità garantito dallo Stato. Tuttavia, le esigenze fiscali e gli shock bellici portarono a sospensioni del Gold Standard durante la Prima Guerra Mondiale. Dopo il fallimento del ritorno all'oro negli anni '20, la crisi del 1929 accelerò l'abbandono del sistema aureo: il Regno Unito uscì dal Gold Standard nel 1931, gli Stati Uniti nel 1933. Il sistema di Bretton Woods (1944) ristabilì una parità aurea indiretta tramite il dollaro, convertibile in oro a 35\$/oncia, ma anche questo sistema crollò nel 1971 con la sospensione della convertibilità da parte di Nixon, sancendo l'avvento delle valute fiat (Ghizoni, 2013). Le valute fiat non hanno valore intrinseco né promessa di conversione: il loro valore deriva unicamente dalla fiducia nelle istituzioni emittenti. Questo ha garantito maggiore flessibilità alla politica monetaria, ma ha anche reso centrale il tema della credibilità. I casi di iperinflazione – come nella Germania di Weimar (1923) o nello Zimbabwe (2008) – dimostrano quanto la perdita di fiducia possa azzerare il valore della moneta fiat. Parallelamente, si è assistito a una crescente smaterializzazione della moneta: già dal XIX secolo si diffonde l'uso della moneta bancaria scritturale, costituita da depositi a vista utilizzabili tramite assegni e bonifici. Oggi la maggioranza della moneta è elettronica e circola sotto forma di registrazioni digitali nei bilanci bancari. Nel Regno Unito, ad esempio, solo il 4% della moneta è in contanti, mentre il 96% è elettronica (Bank of England, 2025). Anche se legalmente equiparabile alla moneta cartacea, la moneta elettronica ha introdotto vantaggi di efficienza e sicurezza, contribuendo a una crescente preferenza per i pagamenti digitali. Tuttavia, essa solleva anche questioni di inclusione digitale,

privacy e sicurezza informatica. Le banche centrali stanno quindi valutando l'introduzione delle Central Bank Digital Currencies (CBDC), per garantire una forma di moneta sovrana anche in ambiente digitale. Infine, le criptovalute rappresentano l'ultima tappa nell'evoluzione monetaria. Nate con il Bitcoin nel 2009, si basano su protocolli decentralizzati e crittografia, aspirando a sostituire la fiducia nell'autorità centrale con quella in un sistema informatico distribuito. Tuttavia, la loro volatilità e i limiti operativi impediscono, ad oggi, di considerarle moneta pienamente funzionale. Bitcoin, ad esempio, non soddisfa pienamente le tre funzioni monetarie: i prezzi non sono denominati in Bitcoin, l'adozione come mezzo di scambio è limitata, e la volatilità ne compromette l'uso come riserva di valore. Il crollo di vari progetti (come Terra/Luna nel 2022) ha accentuato i dubbi sulla loro affidabilità. Ciò nonostante, il fenomeno cripto ha stimolato un intenso dibattito sulla natura della moneta e sulle nuove forme di fiducia. Le banche centrali osservano con attenzione questi sviluppi, considerando interventi regolatori ispirati al principio "same risk, same regulation", al fine di evitare rischi sistemici. Un filo conduttore che attraversa l'intera storia della moneta è la fiducia. La natura di questa fiducia si è trasformata nel tempo, seguendo l'evoluzione delle forme monetarie e delle politiche economiche, passando dalla fiducia nel valore intrinseco del bene monetario alla fiducia nelle istituzioni e nelle convenzioni sociali. Comprendere questa trasformazione è essenziale per comprendere il funzionamento stesso della moneta. Durante l'era della moneta-merce – come nel caso di sale, bestiame o metalli preziosi – la fiducia era innanzitutto una fiducia nell'utilità e desiderabilità intrinseca del bene: chi accettava oro o grano lo faceva nella certezza che quel bene avrebbe mantenuto valore per sé o per altri. Il rischio di perdita di valore era principalmente di natura reale (ad esempio, un raccolto abbondante poteva ridurre il valore del grano), piuttosto che frutto di decisioni arbitrarie. Con l'introduzione delle monete coniate, garantite da un'autorità sovrana, emerse una dimensione istituzionale della fiducia: l'accettazione della moneta era legata alla credibilità dell'autorità emittente. Tuttavia, svalutazioni occulte e manipolazioni del contenuto metallico – come accadde durante la Guerra dei Trent'Anni – portarono a episodi di inflazione e perdita di fiducia, con conseguente spostamento verso valute più stabili o beni rifugio. Con la diffusione della cartamoneta convertibile, la fiducia si configurò come un patto contrattuale:

il valore del denaro dipendeva dalla credibilità della promessa di conversione in metallo prezioso. Tuttavia, sospensioni improvvise della convertibilità – spesso in risposta a crisi bancarie o difficoltà fiscali – generarono sfiducia e corse agli sportelli (bank run). Per far fronte a queste fragilità, gli Stati intervennero creando istituzioni in grado di garantire la stabilità del sistema: nacquero le moderne banche centrali, con funzioni di prestatore di ultima istanza e di custodi della fiducia monetaria. Un esempio emblematico è la vicenda della dinastia Yuan in Cina (XIII–XIV secolo), che emise cartamoneta fiduciaria in quantità crescenti durante crisi fiscali, portando a una grave iperinflazione e contribuendo al collasso dell'intero regime (Guan et al., 2024). L'episodio dimostra come l'eccessiva creazione di moneta priva di adeguate garanzie eroda rapidamente la fiducia e destabilizzi l'economia. Nel regime fiat moderno, il ruolo della fiducia si fa ancora più cruciale, poiché il valore della moneta non è più ancorato ad alcun bene fisico. La fiducia si fonda ora sulla solidità delle istituzioni: la stabilità delle finanze pubbliche, la credibilità della banca centrale e il mantenimento della stabilità macroeconomica – in particolare il contenimento dell'inflazione – sono i pilastri del valore monetario. Il fatto che un semplice pezzo di carta possa essere accettato ovunque in cambio di beni e servizi reali è reso possibile esclusivamente dalla convinzione collettiva che anche altri continueranno a riconoscerne il valore domani. Questo meccanismo fiduciario è supportato da strumenti istituzionali come il corso legale, le politiche anti-inflazionistiche delle banche centrali e sistemi di garanzia come l'assicurazione dei depositi. In particolare, l'indipendenza delle banche centrali dal potere politico è spesso considerata una condizione necessaria per assicurare l'impegno credibile alla stabilità dei prezzi, contrastando la cosiddetta “tentazione inflazionistica” dei governi. La fiducia monetaria si fonda anche sulle aspettative future. Se gli operatori economici prevedono che una banca centrale aumenterà eccessivamente l'offerta di moneta o che uno Stato potrebbe entrare in default, possono iniziare a disinvestire nella valuta prima ancora che l'evento negativo si concretizzi. Questo può innescare crisi valutarie, fughe di capitali e svalutazioni improvvise. Al contrario, politiche monetarie trasparenti e credibili rafforzano la fiducia e stabilizzano le aspettative. Per questo motivo, negli ultimi decenni molte banche centrali – tra cui la Federal Reserve, la BCE e la Bank of England – hanno adottato

regimi di targeting dell'inflazione, fissando esplicitamente un obiettivo numerico di inflazione bassa e stabile. Gli studi empirici mostrano che, successivamente all'adozione di questi target, sia la volatilità dell'inflazione sia quella delle aspettative inflazionistiche si sono significativamente ridotte, indicando una maggiore credibilità delle istituzioni monetarie. L'avvento delle criptovalute ha portato una nuova interpretazione del concetto di fiducia monetaria. Progetti come Bitcoin si propongono di eliminare l'autorità centrale, sostituendo la fiducia nell'istituzione con la fiducia nel codice e nella rete distribuita. Tuttavia, questa fiducia "algoritmica" non è priva di rischi: l'utente deve credere nella sicurezza del protocollo, nella resilienza della rete e nella persistenza della domanda. Fino a oggi, la forte volatilità e i frequenti episodi di furto o crolli improvvisi – come nel caso del progetto Terra/Luna nel 2022 – hanno limitato l'affidabilità percepita delle criptovalute rispetto alle valute sovrane. È indicativo che, in momenti di crisi, gli investitori cerchino rifugio in valute considerate sicure (come il dollaro statunitense o il franco svizzero), anziché in criptovalute: un chiaro segnale che la fiducia rimane ancorata agli attori istituzionali e non a sistemi decentralizzati. In conclusione, la fiducia è la colonna portante – sebbene immateriale – di ogni sistema monetario. Mentre nelle economie primitive essa era concentrata sul valore tangibile del bene usato come moneta, nelle economie moderne si fonda su assetti istituzionali, norme condivise e aspettative coordinate. Come sintetizzato dalla Banca d'Inghilterra: "il denaro funziona perché le persone si fidano del suo valore". Questa fiducia, se ben gestita, rende la moneta uno strumento efficace per facilitare gli scambi e promuovere lo sviluppo economico; se erosa, può generare instabilità e regressione. Basti pensare all'iperinflazione dello Zimbabwe, dove nel 2008 furono stampate banconote da 100.000 miliardi di dollari che valevano appena il prezzo di un pane (The Guardian, 2016). La storia della moneta, in fondo, è anche la storia della fiducia: costruita, tradita e – a volte – faticosamente riconquistata.



Figura 1.2: Esempio estremo di perdita di valore di una moneta fiat per collasso della fiducia. La banconota da 100 trilioni di dollari dello Zimbabwe fu emessa nel 2009 durante un episodio di iperinflazione devastante: negli ultimi mesi di validità, anche un taglio così grande “a 14 zeri” bastava a malapena per un filone di pane, prima che la valuta fosse abbandonata (*Zimbabwe’s trillion-dollar note: from worthless paper to hot investment. The Guardian, 14 May 2016*). Eventi come questo sottolineano come la fiducia sia cruciale affinché la moneta assolva alle sue funzioni.

1.2 Criptovalute e stablecoin: nuove forme di moneta?

Negli ultimi anni, le criptovalute e in particolare le stablecoin hanno acquisito crescente rilevanza nei mercati finanziari e sono divenute oggetto di analisi sistematica da parte delle banche centrali. Queste innovazioni digitali si inseriscono nel più ampio fenomeno della trasformazione tecnologica della moneta: mentre le criptovalute mirano a costruire un mezzo di pagamento decentralizzato basato sulla crittografia, le stablecoin sono state ideate per ovviare alla forte volatilità delle prime, ancorando il proprio valore a un’attività di riferimento – solitamente una valuta fiat (European Central Bank, 2021). Le criptovalute (o crypto-assets, secondo la terminologia internazionale) sono rappresentazioni digitali di valore fondate su tecniche crittografiche e registri distribuiti (blockchain), che operano in assenza di un’autorità centrale emittente. La Banca d’Italia definisce tali strumenti come «rappresentazioni digitali di valore, utilizzate come mezzo di scambio o detenute a scopo di investimento, che possono essere trasferite, archiviate e

negoziare elettronicamente» (Banca d'Italia, 2015). Non vanno confuse con strumenti di pagamento elettronici tradizionali – come carte di credito o bonifici – né con versioni digitali della moneta legale. Le criptovalute, infatti, non godono di corso legale e il loro utilizzo è su base volontaria, dipendendo esclusivamente da accordi tra le parti. Bitcoin, introdotto nel 2009, ha rappresentato la prima criptovaluta, aprendo la strada a un'esplosione di nuove emissioni: oggi si contano oltre 15.000 crypto-asset, sebbene le prime venti rappresentino circa il 90% della capitalizzazione complessiva. Dal punto di vista tecnico, le principali criptovalute operano su reti permissionless, in cui chiunque può partecipare come validatore. Bitcoin utilizza un meccanismo di consenso Proof-of-Work (PoW), che richiede la risoluzione di problemi computazionali complessi da parte dei miner per validare blocchi di transazioni. In cambio, questi ricevono nuove unità di criptovaluta, regolate da un algoritmo deflattivo. Ethereum, con l'aggiornamento a Ethereum 2.0, ha invece adottato il meccanismo Proof-of-Stake (PoS), in cui i validatori “vincolano” una quantità di criptovaluta come garanzia (staking), riducendo il consumo energetico del sistema. In entrambi i casi, l'obiettivo è garantire l'integrità del ledger tramite un consenso distribuito, che renda le transazioni immutabili e verificabili pubblicamente. La decentralizzazione e l'assenza di un'autorità centrale conferiscono alle criptovalute un certo grado di resilienza, ma anche un'elevata instabilità. Il valore di questi asset è determinato esclusivamente dall'incontro tra domanda e offerta, rendendoli estremamente sensibili a fattori esogeni come notizie normative, eventi tecnologici o fenomeni speculativi. Studi accademici mostrano che la volatilità giornaliera dei rendimenti di Bitcoin può raggiungere il 4-5%, con oscillazioni giornaliere superiori al $\pm 10\%$ non infrequenti. Tra il 2020 e il 2021, il prezzo del Bitcoin ha fluttuato da 10.000 a oltre 60.000 dollari, mentre Ethereum è passato da 200 a 4.000 dollari, comportandosi di fatto come asset altamente speculativi.

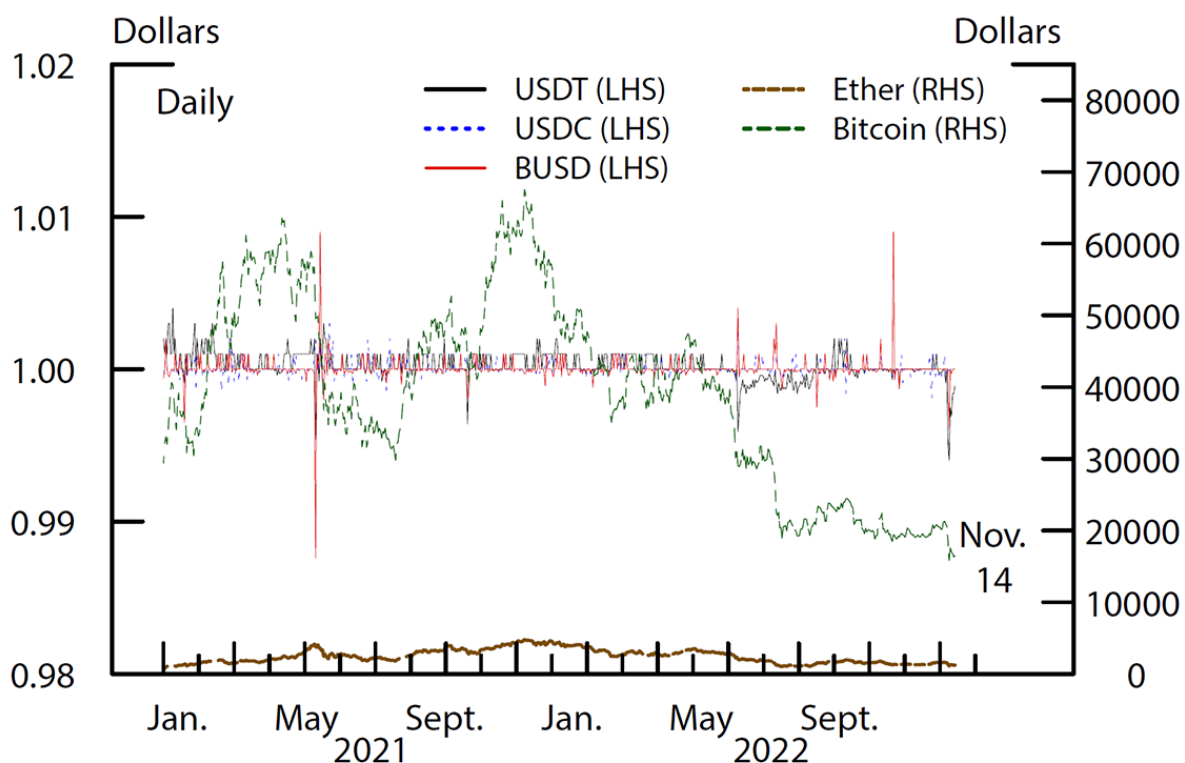


Figura 1.3: Confronto di prezzo tra una criptovaluta volatile (Bitcoin) e una stablecoin (Tether USD). La scala di sinistra riporta il prezzo di Tether (in USD), stabile intorno a 1; la scala di destra riporta il prezzo di Bitcoin (in USD), che invece varia ampiamente. (Fonte: elaborazione basata su dati CryptoCompare).

Le stablecoin costituiscono una categoria specifica di crypto-asset concepita per garantire stabilità del valore nel tempo, attraverso l’ancoraggio a un asset di riferimento – spesso una valuta ufficiale come il dollaro statunitense. Secondo la BCE, «le stablecoin sono unità digitali di valore che utilizzano la crittografia su blockchain e impiegano meccanismi di stabilizzazione per mantenere un valore stabile rispetto a una o più valute ufficiali o altre attività» (Adachi et al., 2021). I modelli di stabilizzazione si basano sulla detenzione di riserve collateralizzate – in valute fiat, in crypto-asset, in commodity o in meccanismi algoritmici – con l’obiettivo di mantenere un rapporto di parità (peg), tipicamente 1:1 con la valuta di riferimento. Esistono diverse tipologie di stablecoin, classificate in base alla natura della collateralizzazione. Le fiat-collateralized stablecoins (es. USDT, USDC) sono garantite da riserve in valuta fiat o strumenti finanziari liquidi detenuti da un’entità centrale. Le crypto-collateralized (es. DAI) si basano su collaterale crypto depositato in smart contracts sovra-collateralizzati per proteggersi dalla volatilità. Le commodity-backed sono collegate al valore di beni reali come l’oro. Infine, le algorithmic stablecoins non prevedono riserve

esterne, ma utilizzano meccanismi di controllo dell'offerta monetaria tramite token associati, come nel caso – ormai fallito – di TerraUSD. Il successo delle stablecoin è esploso a partire dal 2019, grazie al loro utilizzo nei mercati di criptovalute e nei protocolli di finanza decentralizzata (DeFi). La capitalizzazione complessiva è passata da meno di 5 miliardi di dollari nel 2019 a circa 185 miliardi nell'aprile 2022. Le più diffuse – USDT, USDC e BUSD – sono ancorate al dollaro e utilizzate come riserva di valore stabile all'interno degli exchange crypto. Il loro utilizzo ha superato, per volume di scambi, quello delle valute fiat tradizionali: nel 2019, gli scambi tra Bitcoin e Tether avevano già superato quelli tra Bitcoin e USD (Lyons et al., 2020), e nel 2022 oltre il 75% delle transazioni crypto coinvolgeva almeno una stablecoin. Le stablecoin introducono un'architettura ibrida, combinando innovazione decentralizzata e concetti tradizionali come riserve e arbitraggio. Nel modello più diffuso (asset-backed), l'emittente crea token garantiti da riserve liquide e offre la possibilità di rimborso a valore nominale. Questo meccanismo incentiva operazioni di arbitraggio che riportano il prezzo al peg quando si verificano deviazioni. Ad esempio, se il prezzo di USDT scende sotto 1\$, gli arbitraggiatori acquistano il token a sconto e lo riscattano a 1\$, contribuendo a ristabilire la parità. Lyons e Viswanath-Natraj (2020) interpretano questa dinamica come analoga alla difesa di un regime di cambio fisso, con la particolarità che l'intervento sul lato dell'offerta è in gran parte decentralizzato e guidato dal mercato. La stabilità di una stablecoin dipende in misura cruciale dalla qualità delle riserve. Se queste consistono in asset illiquidi o rischiosi, o se manca trasparenza, la fiducia degli utenti può rapidamente venir meno. Tether, ad esempio, ha più volte evitato di pubblicare una rendicontazione completa delle proprie riserve: secondo la BCE (2021), solo il 20% era composto da contanti o depositi bancari, mentre il resto includeva strumenti opachi come carta commerciale. In momenti di stress, tali condizioni hanno portato a perdite temporanee della parità – come nel caso del calo a 0,95 USD nel 2018 e nel maggio 2022 durante il panico causato dal crollo di TerraUSD. Al di fuori dei modelli centralizzati, esistono anche stablecoin basate interamente su smart contract e collateral crypto on-chain (es. DAI), dove il mantenimento della parità è affidato ad automatismi. Tuttavia, la volatilità del collaterale rende necessaria una sovra-collateralizzazione e

può provocare liquidazioni a cascata durante shock di mercato. Le stablecoin algoritmiche, infine, tentano di regolare il valore tramite la gestione dell'offerta – come nel caso di TerraUSD, legata al token LUNA – ma l'esperienza del 2022 ha dimostrato che l'assenza di un collaterale reale può portare a un collasso sistemico: quando TerraUSD ha perso la parità, l'algoritmo non è riuscito a ristabilire il valore, causando il crollo sotto i 10 centesimi e perdite ingenti per gli investitori. L'episodio di TerraUSD ha segnato un punto di svolta nella percezione delle stablecoin algoritmiche, alimentando il dibattito sui requisiti di riserva, trasparenza e supervisione. Le autorità internazionali – tra cui la BCE e il BIS – sottolineano l'importanza di un quadro regolamentare che assicuri stabilità e fiducia, soprattutto per le stablecoin più sistemiche. La crescente interconnessione tra stablecoin, finanza decentralizzata e mercati tradizionali rende urgente una regolamentazione coerente e proporzionata, capace di coniugare innovazione e sicurezza sistemica.

Come evidenziato nella Tabella 1.1, emergono differenze strutturali significative tra criptovalute “puro sangue”, come Bitcoin, e stablecoin. In primo luogo, le criptovalute operano in modalità completamente decentralizzata, senza alcun intento di garantire stabilità di valore, mentre le stablecoin introducono meccanismi regolatori – centralizzati o algoritmici – finalizzati a mantenere un ancoraggio con un asset reale. In secondo luogo, il valore di una criptovaluta è determinato esclusivamente dalla fiducia nella sua utilità futura e nella sua scarsità relativa, rendendola altamente volatile e scarsamente correlata con gli asset tradizionali. Bitcoin, ad esempio, è stato descritto come un asset “altamente volatile e speculativo” anche in documenti ufficiali (Dark et al., 2022). Al contrario, le stablecoin mirano a mantenere un valore nominale fisso (es. 1 unità = 1 USD/EUR), riducendo in maniera sostanziale il rischio di prezzo per gli utenti. Dal punto di vista funzionale, le criptovalute sono spesso assimilate a beni rifugio speculativi, come l'oro digitale, mentre le stablecoin assolvono un ruolo più strettamente monetario all'interno dell'ecosistema digitale, fungendo da mezzo di scambio e riserva temporanea di valore stabile. Inoltre, il design delle stablecoin riprende concetti propri della finanza tradizionale – riserve, peg valutario, arbitraggio, garanzie – avvicinandole alla logica di “banche ombra” o wildcat banks digitali (Adachi et al., 2021). In particolare, Gorton et al. (2021)

sottolineano come le stablecoin richiamino il sistema bancario statunitense del XIX secolo, durante l'era del free banking, caratterizzato dall'emissione di moneta privata convertibile, ma priva di adeguata regolamentazione e soggetta a costanti crisi di fiducia. In effetti, nessuna stablecoin gode attualmente dello status di moneta “no questions asked”, universalmente accettata e priva di rischio percepito: di conseguenza, non generano ancora quel conveniente yield tipico delle valute fiat sicure. Questo aspetto è cruciale per comprendere perché, nonostante la denominazione, le stablecoin non siano ancora considerate moneta a tutti gli effetti da consumatori e imprese nell'economia reale.

Tabella 1.1: Criptovalute vs Stablecoin: principali differenze strutturali ed economiche

Caratteristica	Criptovalute (es. Bitcoin)	Stablecoin (es. Tether, USDC)
Emittente/Autorità	Decentralizzata – protocollo open source (nessuna entità centrale)	Spesso presente – società/emittente che garantisce il <i>peg</i> (tranne stablecoin DeFi)
Meccanismo di offerta	Algoritmico predeterminato (es. mining) o fissato dal protocollo	Variabile in base alla domanda: l'offerta aumenta/diminuisce per mantenere il <i>peg</i>
Collateral/garanzia	Nessuna garanzia intrinseca (non asset-backed)	Asset-backed (fiat, crypto, commodity) oppure algoritmico (in alcuni casi)
Volatilità di prezzo	Molto elevata (es. Bitcoin 4% volatilità giornaliera)	Bassa in condizioni normali; può fallire in stress (es. TerraUSD)
Valore di riferimento	Determinato dal mercato (domanda/offerta)	Ancorato a valuta fiat o altro asset (1:1)
Esempi	Bitcoin, Ethereum, Litecoin, ecc.	USDT Tether, USDC Circle, DAI MakerDAO, TerraUSD (collapsata), ecc.
Utilizzo principale	Investimento/speculazione; raramente per pagamenti quotidiani	Trading, parcheggio di valore stabile, pagamenti su blockchain
Regime legale	Non hanno corso legale; minimo inquadramento normativo finora	In corso di regolamentazione (MiCA in UE); alcune assimilabili a <i>e-money</i>

Le funzioni economiche svolte da questi strumenti mostrano profonde differenze. Come mezzo di scambio, le criptovalute soffrono di volatilità e bassa

scalabilità, risultando poco adatte all'uso quotidiano. Le stablecoin, invece, sono già il mezzo di scambio dominante nei mercati crypto e potrebbero essere impiegate anche nei pagamenti transfrontalieri o nell'e-commerce, qualora venissero integrate in adeguati quadri regolatori. Come riserva di valore, Bitcoin è talvolta indicato come “oro digitale”, ma empiricamente si comporta come un asset ad alto rischio; le stablecoin, invece, offrono una riserva di valore nominale nel breve termine, pur non proteggendo dall'inflazione della valuta fiat sottostante e restando vulnerabili a crisi di fiducia (come nel caso di TerraUSD). Quanto alla funzione di unità di conto, né le criptovalute né le stablecoin hanno messo in discussione il primato delle valute sovrane nell'economia reale. Tuttavia, all'interno dell'ecosistema digitale, le stablecoin ancorate al dollaro (come USDT o USDC) si sono imposte come unità di conto de facto per la valutazione di altri crypto-asset, rafforzando ulteriormente il ruolo globale del dollaro in chiave tokenizzata. In definitiva, stablecoin e criptovalute non devono essere confuse. Le prime cercano di riprodurre digitalmente alcune caratteristiche della moneta tradizionale, in particolare la stabilità, mentre le seconde costituiscono una nuova classe di asset decentralizzati con dinamiche proprie. Entrambe stanno stimolando una revisione critica delle categorie monetarie classiche e hanno spinto tanto il settore privato quanto quello pubblico – con i progetti di CBDC – a ripensare le fondamenta del sistema dei pagamenti. La letteratura accademica si è rapidamente ampliata, focalizzandosi sia sull'efficienza e i rischi di queste tecnologie, sia sul loro impatto potenziale su politica monetaria, stabilità finanziaria e assetto del sistema monetario internazionale. La revisione presentata in questo capitolo ha sintetizzato i principali contributi teorici ed empirici. È auspicabile che future ricerche approfondiscano se e in che misura criptovalute e stablecoin possano convivere – o competere – con le forme di moneta tradizionale, e se riusciranno a svolgere, in modo credibile e sostenibile, le funzioni economiche per cui sono state concepite.

1.3 L'innovazione nei pagamenti digitali

Negli ultimi dieci anni, il sistema dei pagamenti ha attraversato una profonda trasformazione guidata dall'innovazione digitale. Numerosi studi documentano

una crescita esponenziale dei pagamenti cashless e un parallelo declino nell'utilizzo del contante a livello globale. Il volume delle transazioni elettroniche ha raggiunto livelli record sia nei paesi avanzati che in quelli emergenti, trainato soprattutto dall'adozione di carte, strumenti mobili e piattaforme digitali (Bank for International Settlements, 2023). In parallelo, si è ampliata l'inclusione finanziaria: secondo la Banca Mondiale, la percentuale di adulti con accesso a un conto formale è aumentata sensibilmente, sebbene circa 1,7 miliardi di persone restino ancora escluse dal sistema finanziario (unbanked), a testimonianza del margine di miglioramento ancora presente. Un fattore determinante è stato il cambiamento nelle preferenze di pagamento dei consumatori. Nell'area euro, ad esempio, la quota di pagamenti in contanti al dettaglio è scesa dal 72% nel 2019 al 59% nel 2022, mentre i pagamenti con carta sono saliti dal 25% al 34%. I pagamenti mobili, marginali fino a pochi anni fa, hanno visto una rapida crescita (BIS, 2024). La pandemia di Covid-19 ha agito da catalizzatore, incentivando l'adozione di modalità contactless e online, fenomeno già osservato anche in altri contesti – ad esempio in India, dove la demonetizzazione del 2016 ha favorito l'uso di strumenti digitali.

Dal punto di vista teorico, tali dinamiche sono interpretabili attraverso i modelli di economia dei pagamenti che enfatizzano le esternalità di rete e la struttura bi-versante dei mercati: la crescita della base utenti rafforza l'attrattività del sistema, incentivando nuovi ingressi e generando economie di scala. Come illustrato dalla letteratura di Baxter (1983) e Rochet & Tirole (2002), la presenza di costi fissi e di coordinamento giustifica l'intervento pubblico per assicurare interoperabilità e concorrenza. In questo contesto, le banche centrali svolgono un ruolo cruciale nel presidio dell'infrastruttura e nella definizione di standard comuni che garantiscano un level playing field tra operatori.

L'abbattimento delle barriere all'ingresso ha favorito l'arrivo di nuovi attori nei servizi di pagamento, in particolare fintech e imprese BigTech. Soluzioni come Apple Pay, Google Pay, WeChat Pay e Alipay hanno capitalizzato su ecosistemi digitali preesistenti, offrendo digital wallets integrati e semplificando l'esperienza utente (Cerrato et al., 2024). In alcuni casi, come per M-Pesa in Kenya, i sistemi sono closed-loop e gestiti integralmente da attori non bancari, dimostrandosi strumenti efficaci di inclusione finanziaria (Jack e Suri, 2014).

Questi operatori hanno spesso coperto segmenti trascurati, spingendo gli incumbent a innovare e riducendo i costi per transazione. A supporto di tale evoluzione, numerosi interventi normativi hanno favorito la concorrenza e l'innovazione. In Europa, la direttiva PSD2 ha aperto il mercato dei dati bancari (open banking), facilitando l'accesso da parte di terze parti autorizzate. Analogamente, molte giurisdizioni hanno promosso l'obbligo di accettare pagamenti digitali e l'apertura dei sistemi ai non-bank PSP. Tuttavia, l'innovazione ha introdotto anche nuove vulnerabilità: la dipendenza da provider tecnologici esterni, la concentrazione di servizi critici e i rischi informatici sono diventati elementi chiave dell'agenda regolamentare. Un'innovazione strutturale particolarmente rilevante è rappresentata dai pagamenti istantanei (fast payments), che consentono trasferimenti in tempo reale, 24/7. Entro il 2021, oltre 60 giurisdizioni avevano lanciato servizi di questo tipo, e sistemi come FedNow (USA, 2023) e PIX (Brasile, 2020) hanno dimostrato come il coinvolgimento diretto delle banche centrali possa accelerare l'adozione. L'apertura dei sistemi anche a operatori non bancari ha ampliato la diffusione dei pagamenti istantanei, in particolare nei paesi emergenti (BIS, 2024). I vantaggi sono numerosi: miglioramento della liquidità, maggiore tracciabilità, riduzione dei costi e inclusione finanziaria. Durante la pandemia, alcune amministrazioni hanno utilizzato le infrastrutture FPS per distribuire sussidi in modo efficiente, dimostrando la rilevanza pubblica di questi strumenti (Frost et al., 2024). Anche l'integrazione transfrontaliera è oggetto di sviluppo: iniziative di interlinking tra FPS domestici (come tra India e Singapore) e l'adozione di QR code interoperabili sono tra i tentativi di superare i limiti dei pagamenti internazionali tradizionali. L'impiego sperimentale della DLT in contesti pilota suggerisce ulteriori sviluppi futuri. La crescente digitalizzazione dei pagamenti genera benefici economici documentati: riduce le frizioni nelle transazioni, favorisce l'emersione dell'economia informale e accresce la produttività. Inoltre, amplia la base imponibile fiscale e migliora l'efficienza delle finanze pubbliche (Fung et al., 2022). Dal punto di vista dell'utente, i vantaggi percepiti includono comodità, rapidità e sicurezza. Tuttavia, permangono resistenze legate alla privacy e al controllo individuale, che rendono il contante ancora preferito da una minoranza significativa (BCE, 2023). Il compito delle politiche pubbliche è quindi quello di bilanciare innovazione e inclusività, assicurando che nessuna

fascia della popolazione resti esclusa. In ottica sistemica, la digitalizzazione impatta anche la trasmissione monetaria e la stabilità finanziaria. Le banche centrali, oltre a garantire la solidità delle infrastrutture core, hanno assunto un ruolo di catalizzatore per l'innovazione. Esempi come TIPS (Eurozona), Faster Payments (UK) e FedNow (USA) testimoniano l'impegno istituzionale nel supportare una trasformazione sicura e coordinata. Alcuni autori ipotizzano che la progressiva eliminazione del contante possa rafforzare l'efficacia della politica monetaria, abbattendo lo zero lower bound (Rogoff, 2016), mentre altri segnalano i rischi di disintermediazione e bank run digitali, richiamando la necessità di vigilanza e resilienza.

Tutti questi sviluppi hanno portato le banche centrali a riflettere sul ruolo della moneta pubblica nell'era digitale, aprendo la strada al dibattito sulle Central Bank Digital Currencies (CBDC). Le CBDC rappresentano una forma digitale della moneta di banca centrale destinata al pubblico, che coniuga sicurezza, accessibilità e innovazione. Il loro sviluppo risponde a molte delle dinamiche osservate: la riduzione del contante, la concorrenza di strumenti privati (criptovalute e stablecoin), la necessità di sostenere un ecosistema dei pagamenti resiliente, efficiente e inclusivo. Secondo un sondaggio della BIS (2023), il 94% delle banche centrali sta esplorando le CBDC, e oltre la metà ha già avviato progetti pilota (Di Iorio et al., 2024). Le CBDC potrebbero assicurare l'accesso universale a moneta pubblica priva di rischio emittente, stimolare la concorrenza nei pagamenti e rafforzare la sovranità monetaria. Tuttavia, pongono anche nuove sfide: impatti sui depositi bancari, sulla privacy, sulla progettazione tecnologica. Il prossimo capitolo approfondirà questi aspetti, analizzando motivazioni teoriche, modelli proposti e prime esperienze internazionali.

Capitolo 2

Central Bank Digital Currency

2.1 Caratteristiche e tipologie di CBDC

Il termine Central Bank Digital Currency (CBDC) identifica una forma digitale di moneta di banca centrale, emessa direttamente dall'autorità monetaria nazionale e denominata nell'unità di conto ufficiale. Nella definizione proposta dal gruppo di studio coordinato dalla Banca dei Regolamenti Internazionali (BRI) insieme a diverse banche centrali tra cui BCE, Bank of England e Federal Reserve, la CBDC è descritta come «una passività digitale della banca centrale, denominata nell'unità di conto nazionale, che rappresenta un credito diretto verso di essa» (Group of Central Banks & BIS, 2020). Bordo (2021) sottolinea che essa costituisce «moneta elettronica sovrana con accesso universale e corso legale, avente funzioni equivalenti alla cartamoneta». È dunque opportuno precisare che con il termine CBDC ci si riferisce esclusivamente a moneta digitale emessa direttamente dalla banca centrale, escludendo asset digitali privati come criptovalute o stablecoin, che non sono garantiti dall'autorità pubblica. La letteratura recente evidenzia diverse caratteristiche peculiari delle CBDC che derivano dalla loro natura digitale e istituzionale. Innanzitutto, la CBDC è interamente immateriale e digitale, ossia esiste soltanto sotto forma di registrazione elettronica in un registro centrale (ledger), il cui mantenimento e supervisione spettano alla banca centrale stessa o ad enti da essa designati. Proprio per questo motivo, la CBDC conserva

la natura fiduciaria e sovrana della moneta tradizionale: è una passività diretta della banca centrale, garantita dallo Stato, e quindi priva di rischio di controparte privata. Questa peculiarità le conferisce le stesse caratteristiche distintive di liquidità e finalità del regolamento tipiche della moneta legale (Group of Central Banks & BIS, 2020). Una seconda proprietà cruciale riguarda la sicurezza e l'integrità della CBDC. Dal punto di vista tecnico, un sistema CBDC deve essere progettato per garantire un elevato grado di sicurezza informatica e resilienza operativa, proteggendo i dati e il valore monetario da rischi quali attacchi hacker, frodi digitali e malfunzionamenti. Per quanto riguarda invece la sicurezza monetaria, la letteratura sottolinea la necessità di mantenere la convertibilità e la parità tra CBDC e altre forme di moneta nazionale (contante e depositi bancari), evitando così una frammentazione della moneta (Group of Central Banks & BIS, 2020). Una terza caratteristica chiave identificata dagli autori riguarda la velocità, l'efficienza e la convenienza delle transazioni. Idealmente, la CBDC dovrebbe consentire pagamenti istantanei, accessibili e semplici per tutti gli utenti, a costi molto bassi o nulli, in modo da rappresentare un'alternativa attraente al contante e ai sistemi di pagamento elettronici già esistenti (Auer & Böhme, 2020). Un altro elemento frequentemente discusso nella letteratura è l'interoperabilità, ovvero la capacità di integrare la CBDC con gli altri sistemi di pagamento domestici esistenti (conti bancari, carte, piattaforme digitali), nonché potenzialmente con sistemi di altre giurisdizioni per facilitare pagamenti transfrontalieri più rapidi e meno costosi (multi-CBDC arrangements). Questo requisito richiede lo sviluppo di standard tecnici e normativi condivisi, a garanzia di flussi fluidi di pagamento tra la CBDC e gli strumenti finanziari esistenti (Group of Central Banks & BIS, 2020). Un aspetto innovativo delle CBDC, reso possibile proprio dalla loro natura digitale, è la programmabilità, ossia la possibilità di incorporare direttamente nella moneta condizioni d'uso o vincoli esecutivi sotto forma di smart contracts. La letteratura recente (Auer et al., 2021; BIS, 2021) distingue chiaramente tra pagamenti programmabili (tramite applicazioni esterne) e moneta programmabile in senso stretto (regole incorporate nel protocollo stesso della CBDC). Tale programmabilità potrebbe consentire nuove applicazioni della politica economica, ad esempio tramite trasferimenti pubblici mirati, pur sollevando questioni delicate in termini di privacy e governance. Proprio la

privacy delle transazioni rappresenta un elemento centrale del dibattito. Secondo Auer et al. (2021), le CBDC potrebbero adottare un modello basato su account, nel quale ogni transazione è collegata a un'identità verificata degli utenti, oppure un modello token-based, che consente un maggior grado di anonimato analogo al contante. Molte banche centrali, tra cui la BCE (Group of Central Banks & BIS, 2020), sembrano orientate verso modelli ibridi, che prevedono anonimato limitato per transazioni di basso importo, ma identificazione obbligatoria per importi più elevati.

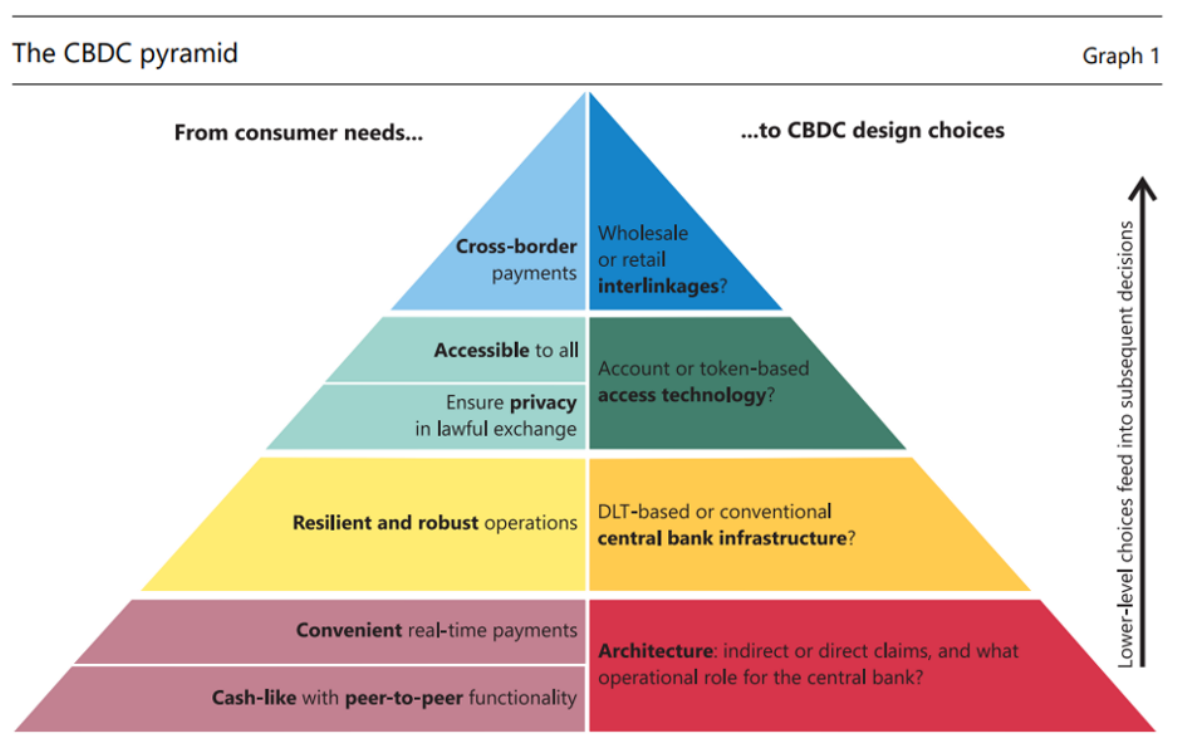


Figura 2.1: Il “CBDC pyramid” collega i bisogni dei consumatori (lato sinistro) con le scelte progettuali per una CBDC (lato destro). I livelli inferiori della piramide rappresentano decisioni di base (architettura, infrastruttura tecnologica) che influenzano i livelli superiori (tecnologia di accesso, interoperabilità). *Fonte: Auer, R., & Böhme, R. (2020). The technology of retail central bank digital currency.*

Infine, molte banche centrali considerano la CBDC come uno strumento per aumentare l’accessibilità e l’inclusione finanziaria, rendendola disponibile anche ai soggetti che hanno difficoltà ad accedere ai servizi bancari tradizionali (BIS, 2021). Ciò implica interfacce semplici e intuitive, compatibilità con dispositivi di uso comune e diffusione capillare sul territorio nazionale.

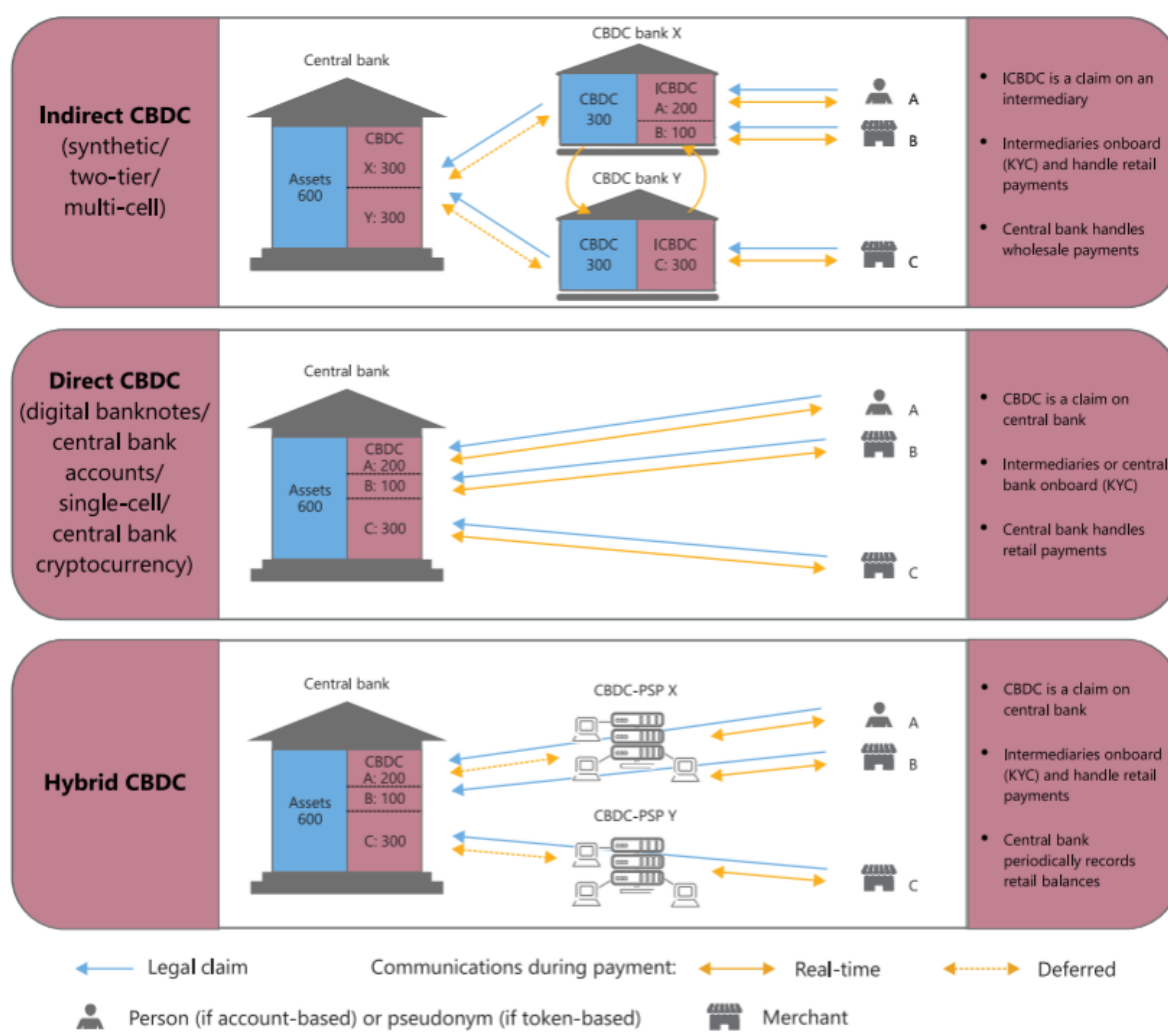


Figura 2.2: Panoramica delle principali architetture di CBDC *retail*. Sono illustrate tre possibilità: (i) **Indirect CBDC**, in cui le passività verso i consumatori sono mediate da intermediari e la banca centrale gestisce i pagamenti all'ingrosso; (ii) **Direct CBDC**, in cui i cittadini detengono direttamente un conto o una passività presso la banca centrale, che gestisce tutti i pagamenti al dettaglio; (iii) **Hybrid CBDC**, un modello intermedio in cui i pagamenti in tempo reale sono gestiti dagli intermediari, mentre la banca centrale conserva un registro di backup delle posizioni retail. Fonte: Auer, R., & Böhme, R. (2020). *The technology of retail central bank digital currency*.

La letteratura recente classifica le CBDC secondo tre dimensioni principali (Auer & Böhme, 2020):

- **Retail vs Wholesale:** una CBDC retail è destinata al pubblico generale per pagamenti quotidiani, mentre una wholesale si limita all'uso interbancario e istituzionale.

- **Account-based vs Token-based:** una CBDC può identificare gli utenti tramite account nominativi oppure tramite token digitali al portatore, offrendo gradi differenti di privacy e tracciabilità.

- **Architetture dirette, indirette o ibride:** una CBDC può essere fornita direttamente al pubblico dalla banca centrale (diretta), oppure tramite intermediari privati autorizzati (indiretta), o ancora attraverso modelli ibridi in cui banca centrale e intermediari collaborano nella gestione e nella custodia dei fondi, mantenendo la banca centrale una copia del registro delle transazioni retail (Auer & Böhme, 2020; Group of Central Banks & BIS, 2020).

Queste tipologie non sono mutualmente esclusive, ma delineano uno spazio progettuale entro cui ogni banca centrale può definire la propria CBDC secondo obiettivi e requisiti specifici. Comprendere in profondità tali dimensioni progettuali costituisce un prerequisito essenziale per analizzare, nei capitoli successivi, motivazioni, benefici e rischi associati alle CBDC, nonché le implicazioni concrete sulla politica monetaria e la stabilità finanziaria.

2.2 Motivazioni e obiettivi dietro l'introduzione delle CBDC

2.2.1 Supporto alla protezione dei dati e contrasto all'evasione

Un tema centrale nella letteratura sulle CBDC riguarda il bilanciamento tra privacy individuale e trasparenza nei pagamenti digitali. Da un lato, infatti, l'uso generalizzato dei pagamenti elettronici genera grandi quantità di dati personali, esponendo i consumatori a rischi di sfruttamento commerciale e a potenziali monopoli informativi da parte di operatori privati (data monopolies) (Acquisti et al., 2016). Dall'altro lato, l'anonimato assoluto garantito dal contante facilita attività illecite, come evasione fiscale e riciclaggio. Le banche centrali devono pertanto bilanciare obiettivi apparentemente contrastanti: tutela della privacy e contrasto alla criminalità finanziaria. Secondo Andolfatto (2021), il settore privato, in assenza di interventi pubblici, tenderebbe a raccogliere e sfruttare eccessivamente i dati degli utenti. In quest'ottica, una CBDC ben progettata potrebbe garantire standard di privacy più adeguati, offrendo ad esempio anonimato completo nelle transazioni di importo contenuto, ma richiedendo identificazione per importi più elevati o in presenza di sospetti di illegalità. Alcune giurisdizioni come la Cina, con l'e-CNY, stanno sviluppando

il concetto di controllable anonymity, cioè un anonimato controllato: transazioni anonime per le controparti, ma tracciabili dalla banca centrale in caso di esigenze giudiziarie. Al contrario, nelle economie avanzate, come evidenziato dalle consultazioni pubbliche condotte dalla BCE, la privacy emerge come una priorità assoluta per i cittadini, portando a valutare architetture che limitano al minimo indispensabile la raccolta di dati personali (Group of Central Banks & BIS, 2020). In definitiva, la letteratura suggerisce che una CBDC potrebbe offrire vantaggi distintivi rispetto ai pagamenti privati proprio sul piano della privacy (privacy by design), facilitando al contempo l'emersione delle transazioni oggi sommerse, ampliando così la base imponibile e migliorando l'efficacia delle politiche pubbliche. Questo aspetto, pur raramente esplicitato come obiettivo primario, viene spesso indicato come beneficio potenziale (Auer et al., 2022). In alcune economie emergenti, come l'India, la digitalizzazione dei pagamenti e l'identificazione digitale (Aadhaar) hanno già contribuito a ridurre fenomeni corruttivi nei trasferimenti governativi, mostrando come una CBDC potrebbe ulteriormente rafforzare tali progressi.

2.2.2 Divergenze nelle motivazioni tra economie avanzate ed emergenti

La letteratura comparativa e i sondaggi internazionali (BIS, FMI) evidenziano differenze significative nelle motivazioni alla base delle CBDC tra economie avanzate (advanced economies, AEs) ed emergenti (emerging and developing economies, EMDEs). Nelle economie avanzate, dove i sistemi di pagamento risultano già efficienti e inclusivi, le banche centrali mostrano cautela: poche hanno finora identificato un chiaro business case immediato per una CBDC retail. In questi contesti, le priorità dichiarate riguardano prevalentemente la tutela dell'accesso universale a un mezzo di pagamento pubblico digitale, la resilienza del sistema di pagamento, e la difesa della sovranità monetaria rispetto a eventuali minacce esterne (es. stablecoin globali, BigTech) (Group of Central Banks & BIS, 2020). Al contrario, nelle economie emergenti le motivazioni appaiono più concrete e pressanti: inclusione finanziaria, riduzione dei costi dei pagamenti e delle rimesse, e sviluppo di mercati digitali locali

sono priorità esplicite. Ad esempio, la Banca Centrale delle Bahamas ha introdotto il Sand Dollar principalmente per garantire l'accesso universale ai servizi finanziari in un territorio geografico disperso e scarsamente servito dalle banche commerciali. Analogamente, la Cina punta sull'e-CNY per modernizzare i pagamenti al dettaglio e competere con le piattaforme private (WeChat Pay, Alipay). Tali differenze spiegano perché finora i lanci concreti di CBDC retail siano avvenuti prevalentemente in economie emergenti (Nigeria, Bahamas, Caraibi ECCU, Giamaica), mentre le economie avanzate tendano piuttosto a progetti pilota o CBDC wholesale mirate a migliorare l'efficienza dei pagamenti interbancari e dei mercati finanziari (ad esempio Svizzera, Francia, Singapore) (BIS, 2021). Tuttavia, nonostante queste divergenze, tutte le banche centrali sembrano concordare sul ruolo complementare e non sostitutivo rispetto al contante, enfatizzando un modello “ibrido” o “a due livelli”, in cui la banca centrale mantiene controllo e validazione delle transazioni, ma delega al settore privato la gestione delle interfacce utente e dei wallet digitali (Auer & Böhme, 2020).

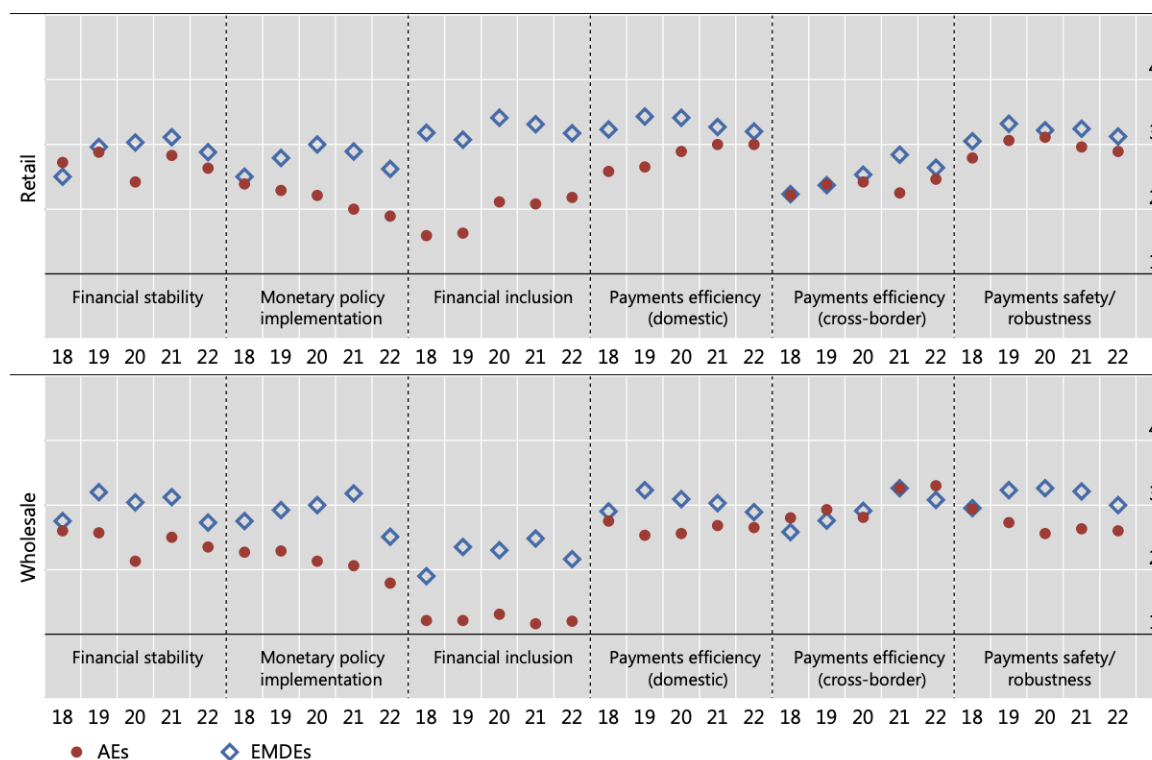
2.2.3 Sintesi delle principali motivazioni teorico-politiche

Alla luce della letteratura esaminata, è possibile sintetizzare cinque categorie fondamentali di motivazioni teorico-politiche che sostengono l'introduzione di una CBDC (Group of Central Banks & BIS, 2020; Auer et al., 2022):

Motivations for issuing a retail and wholesale CBDC

Average importance, 1 (not so important)–4 (very important)

Graph 4



Sources: BIS central bank surveys on CBDCs and crypto, 2018–22.

Figura 2.3: Motivazioni dichiarate per l’emissione di una CBDC (media importanza, sondaggio BIS). AE = economie avanzate; EMDE = economie emergenti. Valori 1–4: 1 = poco importante, 4 = molto importante. Il grafico mostra come le economie avanzate attribuiscono più importanza a efficienza domestica dei pagamenti, sicurezza/robustezza e stabilità finanziaria, mentre le emergenti spiccano per inclusione finanziaria e maggior enfasi (rispetto alle AE) su politica monetaria e efficienza nei pagamenti transfrontalieri. *Fonte: BIS (2022), Gaining momentum – Results of the 2021 BIS survey on CBDCs.*

1. Preservare il ruolo della moneta pubblica come ancoraggio di fiducia, garantendo un accesso diffuso a una moneta digitale sicura e sovrana, specialmente in un contesto di diminuzione dell’uso del contante.

2. Salvaguardare la sovranità monetaria e l’autonomia nei pagamenti, evitando che innovazioni private globali (stablecoin, BigTech) compromettano il controllo monetario nazionale e la stabilità finanziaria.

3. Promuovere l’efficienza e l’innovazione nei pagamenti, riducendo costi e tempi di transazione, incentivando la competizione nel settore finanziario e favorendo la nascita di servizi avanzati (es. programmabilità, micropagamenti).

4. Rafforzare la sicurezza, la resilienza e l’universalità del sistema dei pagamenti, fornendo un’alternativa pubblica robusta in caso di fallimenti privati e assicurando standard elevati di sicurezza informatica e compliance normativa.

5. Favorire l'inclusione finanziaria e migliorare l'efficacia delle politiche pubbliche, portando nei circuiti finanziari digitali soggetti attualmente esclusi e facilitando pagamenti pubblici diretti, eventualmente utilizzabili anche come strumento innovativo per politiche monetarie o fiscali (ad es. helicopter money digitale).

Tabella 2.1: Esempi di progetti CBDC e relative motivazioni principali dichiarate.

Country	CBDC implementation	Main motivations
The Bahamas	Launched the Sand Dollar in October 2020	Financial inclusion; Efficiency of payment system; Non-discriminatory access to financial services.
China	Has begun rolling out digital yuan (or e-CNY) in several cities, including the 2022 Winter Olympics in Beijing	Financial inclusion; Competition, efficiency, and safety of retail payment services; Cross-border payments.
ECCU	Launched DCash in March 2021	Financial inclusion; Competition and resiliency of payment services; Cross-border payments.
India	Plans to launch a CBDC in the 2022–23 fiscal year	A boost to the digital economy; Efficient and cheaper currency management; Protection of the public from volatile private virtual currencies.
Jamaica	Plans to launch the JAM-DEX in the second quarter of 2022	Financial inclusion; Efficient and cheaper currency management.
Mexico	Plans to launch a CBDC by 2025	Financial inclusion; Expansion of quick, safe, and efficient payment options.
Nigeria	Launched the eNaira in October 2021	Availability and access to central bank money; Resiliency of payment services; Financial inclusion; Efficient and cheaper currency management; Cross-border payments.

La Tabella 2.1 riassume le motivazioni di alcune CBDC retail (implementate o pianificate) in sette economie emergenti: ad esempio, la Sand Dollar delle

Bahamas (2020) mira a inclusione finanziaria, efficienza dei pagamenti e accesso non discriminatorio; l'e-CNY cinese punta su inclusione, efficienza e sicurezza dei pagamenti retail, concorrenza e pagamenti transfrontalieri; la DCash dei Caraibi orientali enfatizza inclusione, concorrenza e resilienza dei pagamenti; l'eNaira nigeriana (2021) è motivata da inclusione, efficienza, resilienza e pagamenti internazionali.

2.3 Sfide e rischi associati all'adozione delle CBDC

L'adozione su larga scala di una **Central Bank Digital Currency (CBDC)** – una forma digitale di moneta emessa dalla banca centrale – solleva numerose sfide e rischi potenziali, ampiamente discussi nella letteratura accademica e nei documenti di policy. A livello globale, oltre 130 banche centrali (rappresentative di circa il 98% del PIL mondiale) stanno sperimentando o studiando CBDC, sebbene solo poche (ad esempio Bahamas, Nigeria, Giamaica) le abbiano effettivamente lanciate. Questa diffusione di interesse riflette non solo le opportunità offerte dalle CBDC, ma anche la necessità di valutare attentamente i rischi associati alla loro introduzione. Di seguito si esaminano i principali ambiti di rischio evidenziati dalla letteratura attuale – in particolare stabilità finanziaria, efficacia della politica monetaria, aspetti tecnologici/operativi, privacy e inclusione finanziaria – con riferimenti a studi accademici e analisi istituzionali di alto livello, con esempi rilevanti per l'Europa ove appropriato.

2.3.1 Rischi per la stabilità finanziaria

L'introduzione di una Central Bank Digital Currency (CBDC), forma digitale della moneta emessa dalla banca centrale, pone potenziali rischi per la stabilità finanziaria, ampiamente analizzati nella letteratura accademica e nei documenti istituzionali. Attualmente, oltre 130 banche centrali (rappresentative di circa il 98% del PIL mondiale) stanno studiando o sperimentando CBDC, sebbene solo pochi paesi – tra cui Bahamas, Nigeria e Giamaica – abbiano già lanciato operativamente tali strumenti (Bank for International Settlements [BIS], 2023). La crescente attenzione verso le CBDC riflette le potenzialità di questi strumenti,

ma rende essenziale una valutazione accurata dei rischi associati. Una delle preoccupazioni principali riguarda l'effetto delle CBDC sulla stabilità del sistema bancario. Diversi studi sostengono che una CBDC accessibile al pubblico potrebbe provocare una disintermediazione bancaria, drenando depositi dai bilanci delle banche commerciali verso conti digitali garantiti dalla banca centrale (Ahnert, Hoffmann, Leonello, & Porcellacchia, 2024). Questo potrebbe portare, in condizioni normali, a una maggiore competizione per la raccolta dei fondi, con compressione dei margini di profitto bancari e possibile riduzione dell'offerta di credito all'economia (BIS, 2021). Inoltre, in contesti di stress finanziario, una CBDC rappresenterebbe una valida alternativa sicura ai depositi bancari, facilitando corse digitali agli sportelli (digital bank runs), in quanto gli spostamenti verso la moneta digitale della banca centrale sarebbero rapidi, privi dei costi e delle frizioni che caratterizzano il contante fisico (Fernández-Villaverde et al., 2021). In particolare, una CBDC remunerata (che offre interessi) potrebbe accentuare significativamente tale rischio, poiché diventerebbe un rifugio ancora più attrattivo durante periodi di instabilità bancaria (Ahnert et al., 2024). La letteratura teorica recente ha esplorato questo fenomeno tramite modelli derivati dal classico studio sulle corse agli sportelli di Diamond e Dybvig (1983). Fernández-Villaverde et al. (2021), ad esempio, evidenziano che la presenza di una CBDC remunerata incrementa la probabilità di crisi bancarie autoavveranti, poiché depositori razionali trasferirebbero rapidamente i loro fondi alla minima percezione di rischio bancario. Analogamente, Kumhof e Noone (2018) sottolineano come il semplice timore di instabilità bancaria potrebbe essere sufficiente per innescare fughe preventive verso la CBDC, con possibili effetti destabilizzanti sul sistema finanziario nel suo complesso. L'esperienza storica supporta questi timori: ad esempio, durante le crisi bancarie francesi del 1930–31, la disponibilità di libretti di risparmio statali sicuri contribuì a intensificare le corse agli sportelli, dinamica paragonabile a quanto ipotizzato per una CBDC oggi (Ahnert et al., 2024). Nonostante questi rischi, una parte significativa della letteratura sostiene che le problematiche legate alla stabilità finanziaria siano gestibili attraverso adeguate scelte di progettazione e politiche di accompagnamento. Innanzitutto, la definizione di limiti quantitativi alle somme detenibili in CBDC, o una struttura di remunerazione disincentivante oltre certe

soglie, potrebbe ridurre significativamente gli incentivi a trasferire depositi massicciamente verso la CBDC (BIS, 2021). Ad esempio, la proposta dell'euro digitale della BCE contempla l'applicazione di un sistema di remunerazione a più livelli (tiered remuneration) o di tetti individuali, proprio per rendere la CBDC un mezzo di pagamento complementare, e non un sostituto completo dei depositi bancari tradizionali (European Central Bank [ECB], 2023). In secondo luogo, la banca centrale potrebbe sostenere le banche commerciali fornendo fonti alternative di finanziamento, come operazioni di rifinanziamento agevolate, per compensare eventuali deflussi di depositi verso la CBDC. Brunnermeier e Niepelt (2019) dimostrano teoricamente che l'introduzione di una CBDC può essere neutrale per la stabilità finanziaria e per il credito, a condizione che la banca centrale sostituisca integralmente con prestiti diretti ogni deposito perso dalle banche commerciali. Tuttavia, come notano Infante et al. (2022), tale scenario di neutralità presuppone che la banca centrale abbia capacità praticamente illimitata di intermediazione creditizia, condizione che appare politicamente e operativamente poco realistica se non in periodi di crisi eccezionale.

2.3.2 Implicazioni per la politica monetaria

La seconda area critica esaminata dalla letteratura riguarda le implicazioni dell'introduzione di una Central Bank Digital Currency (CBDC) sulla conduzione e sulla trasmissione della politica monetaria. Numerosi studi evidenziano come l'introduzione di una CBDC retail possa alterare significativamente i canali tramite cui le decisioni della banca centrale influenzano l'economia reale, in particolare attraverso l'efficacia del tasso di interesse e il canale del credito bancario. In primo luogo, una CBDC non remunerata potrebbe incidere sulla capacità della banca centrale di utilizzare tassi negativi come strumento anticiclico. Se la CBDC fosse illimitatamente accessibile al pubblico con rendimento zero (similmente al contante), potrebbe rafforzare il limite inferiore zero dei tassi di interesse (zero lower bound). Di fronte a tassi negativi sui depositi, infatti, famiglie e imprese sarebbero incentivate a trasferire risorse verso la CBDC, neutralizzando così gli effetti espansivi della politica monetaria. Un rapporto del Fondo Monetario Internazionale (IMF, 2020) sottolinea proprio questo

rischio, evidenziando come una CBDC non remunerata potrebbe complicare l'applicazione di tassi di interesse negativi. Al contrario, una CBDC remunerata – cioè con tassi di interesse regolabili dalla banca centrale – aprirebbe nuovi scenari. Alcuni autori sostengono che essa potrebbe fornire alle autorità monetarie uno strumento diretto e più incisivo per gestire la domanda aggregata, permettendo di modulare efficacemente il tasso della moneta digitale per stimolare o frenare le decisioni di consumo e investimento (Barrdear & Kumhof, 2022). In particolare, l'introduzione di tassi negativi sulla CBDC potrebbe consentire alle banche centrali di superare la soglia dello zero e trasferire rapidamente questi effetti anche sui depositi bancari e sui mercati monetari, aumentando così l'efficacia delle politiche monetarie non convenzionali (Barrdear & Kumhof, 2022). Un ulteriore elemento critico è l'espansione potenziale del ruolo della banca centrale nel sistema finanziario. Infatti, se la CBDC diventasse una componente rilevante della liquidità detenuta dal pubblico, il bilancio della banca centrale crescerebbe di conseguenza, poiché ogni unità di CBDC costituisce una sua passività, garantita da attivi come riserve, titoli o prestiti (Infante et al., 2022). Brunnermeier e Niepelt (2019) illustrano chiaramente tale scenario, mostrando come la perfetta neutralità macroeconomica della CBDC richiederebbe che la banca centrale assuma un ruolo attivo nell'intermediazione finanziaria, compensando integralmente con propri prestiti o acquisti di titoli ogni unità di liquidità trasferita dal sistema bancario alla CBDC. Questa situazione, tuttavia, pone interrogativi rilevanti di natura politica e istituzionale: se la banca centrale si trovasse a intermediare una quota crescente di credito, ciò potrebbe generare una sovrapposizione fra politica monetaria e fiscale, rischiando una maggiore ingerenza politica nelle decisioni di allocazione del credito e una deviazione dal mandato tradizionale delle autorità monetarie. Un altro importante canale attraverso cui le CBDC potrebbero incidere sulla politica monetaria è quello del credito bancario. Se, come suggerito dalla letteratura, l'introduzione della CBDC riducesse significativamente i depositi bancari o comprimesse i margini di profitto degli intermediari, le banche potrebbero rispondere modificando le condizioni di offerta del credito (Bank for International Settlements [BIS], 2021). Alcuni modelli teorici prevedono infatti che, di fronte a una diminuzione dei depositi, le banche potrebbero reagire aumentando i tassi sui prestiti o riducendo il volume totale di credito, generando

così un possibile credit crunch (Keister & Sanches, 2019). Viceversa, altri studi suggeriscono che la CBDC potrebbe spingere le banche a migliorare le condizioni offerte ai clienti, aumentando la concorrenza e riducendo i margini monopolistici, con effetti positivi sul credito complessivamente erogato (Andolfatto, 2021; Chiu et al., 2019). Ad esempio, Chiu e Rivadeneyra (2021) stimano che, in uno scenario di maggiore concorrenza stimolato dalla CBDC, negli Stati Uniti i prestiti bancari potrebbero crescere di circa il 2% e la produzione dello 0,2%, grazie a condizioni di credito più vantaggiose per i consumatori.

2.3.3 Rischi tecnologici e operativi

L'introduzione di una Central Bank Digital Currency (CBDC) comporta sfide rilevanti sotto il profilo tecnologico e operativo, essendo un'infrastruttura critica di pagamento digitale con requisiti particolarmente elevati di sicurezza informatica, continuità operativa e prestazioni (Consultative Group on Risk Management, 2023). La letteratura recente identifica diversi principali ambiti di rischio:

- **Rischio di cyber-attacchi:** Una CBDC, essendo per natura digitale, sarebbe inevitabilmente un obiettivo sensibile per attacchi informatici finalizzati a compromettere la disponibilità, l'integrità o la riservatezza del sistema. Studi della Banca dei Regolamenti Internazionali (BIS, 2021) e del Fondo Monetario Internazionale (IMF, 2020) sottolineano che l'impiego di tecnologie relativamente nuove, come i registri distribuiti (Distributed Ledger Technology, DLT), potrebbe esporre la CBDC a vulnerabilità non ancora del tutto note o gestite tramite standard consolidati. Potenziali attacchi potrebbero manifestarsi sotto forma di interruzioni di servizio (ad es. Distributed Denial of Service, DDoS), manipolazione fraudolenta dei dati contabili, creazione illecita di unità monetarie digitali o furto di informazioni sensibili sulle transazioni (Consultative Group on Risk Management, 2023). La letteratura raccomanda dunque forti investimenti in architetture di sicurezza multilivello, test continui di vulnerabilità, crittografia avanzata e collaborazione con esperti di cybersecurity al fine di ridurre al minimo questi rischi.

- **Continuità operativa e resilienza:** La CBDC dovrebbe garantire continuità operativa con disponibilità pressoché totale, idealmente 24/7, per evitare

interruzioni nei pagamenti quotidiani in caso di diffusione significativa della valuta digitale. Come sottolineato da rapporti della BIS (2021), un eventuale disservizio prolungato potrebbe causare gravi disagi economici e perdita di fiducia da parte del pubblico. Pertanto, le banche centrali devono predisporre infrastrutture altamente resilienti, ridondanze tecnologiche, e piani di continuità operativa che prevedano scenari estremi quali blackout estesi, interruzioni della rete internet o errori sistematici nel software. Questo implica anche definire modalità operative alternative (ad esempio transazioni temporaneamente offline) per garantire una funzionalità minima in situazioni di emergenza (ECB, 2020).

- **Scalabilità e performance del sistema:** Dal punto di vista tecnico, una CBDC deve essere capace di gestire volumi elevati di transazioni simultanee, specialmente nelle grandi aree valutarie come l'Eurozona o gli Stati Uniti. Studi recenti indicano che l'impiego di DLT potrebbe incontrare difficoltà nel garantire la scalabilità necessaria per una diffusione massiva, generando colli di bottiglia, rallentamenti o disservizi significativi nel sistema dei pagamenti (Georgarakos et al., 2024). A tal proposito, la BCE e altre banche centrali stanno sperimentando diverse architetture tecnologiche (centralizzate, decentralizzate o ibride) per individuare la soluzione che massimizzi la capacità operativa e minimizzi il rischio di congestioni nei periodi di elevata domanda.

- **Interoperabilità e integrazione con sistemi esistenti:** La capacità della CBDC di integrarsi efficacemente con le infrastrutture di pagamento esistenti (circuiti di pagamento retail, carte, mobile banking, ecc.) rappresenta un'ulteriore sfida cruciale. Come evidenziato in particolare dal progetto di euro digitale (Georgarakos et al., 2024), un'integrazione imperfetta o la mancanza di standard tecnici condivisi potrebbe generare inefficienze operative, frammentazioni nazionali e potenziali errori nelle conversioni tra strumenti monetari. Ciò richiede pertanto una definizione rigorosa di standard tecnici comuni e uniformi a livello sovranazionale, affinché l'uso della CBDC risulti per l'utente finale semplice e privo di complicazioni rispetto agli strumenti di pagamento attuali.

- **Gestione della transizione tecnologica e dipendenza da fornitori esterni:** L'introduzione di una CBDC comporta anche implicazioni operative riguardanti la gestione delle competenze IT interne delle banche centrali e la potenziale dipendenza da fornitori tecnologici esterni. Secondo il Consultative Group on

Risk Management (2023), l'insufficienza di competenze interne o la dipendenza eccessiva da soluzioni proprietarie esterne (vendor lock-in) rappresentano rischi operativi rilevanti, che le autorità monetarie devono affrontare investendo in risorse umane e tecnologiche adeguate.

2.3.4 Problemi di privacy e sorveglianza

La tutela della privacy costituisce uno degli aspetti più sensibili e complessi nell'implementazione di una Central Bank Digital Currency (CBDC), con implicazioni dirette sulla fiducia dei cittadini, la protezione dei dati personali e le libertà individuali (Georgarakos et al., 2024). A differenza del contante, che garantisce anonimato per definizione, una CBDC potrebbe consentire una registrazione completa delle transazioni, suscitando timori sulla possibile sorveglianza governativa o di terzi. Numerose consultazioni pubbliche evidenziano chiaramente l'importanza attribuita dai cittadini a questa dimensione. Ad esempio, un'indagine della Bundesbank (2021) riporta che circa il 75% degli intervistati considera prioritario che un eventuale euro digitale offra livelli di privacy superiori agli strumenti di pagamento elettronici esistenti; risultati analoghi emergono anche dalla consultazione della Banca Centrale Europea (BCE, 2021), in cui il 43% dei rispondenti ha indicato la privacy come la principale preoccupazione. La letteratura accademica evidenzia una tensione intrinseca tra l'esigenza di privacy e la necessità di conformarsi alle normative antiriciclaggio e antiterrorismo (AML/CFT). Da un lato, è fondamentale assicurare riservatezza nelle transazioni quotidiane per evitare percezioni di sorveglianza pervasiva; dall'altro, le autorità devono poter tracciare transazioni sospette per prevenire e reprimere attività illecite (Adachi et al., 2022). Pur riconoscendo che la sorveglianza generalizzata non è un obiettivo esplicito delle banche centrali nelle economie democratiche (Adachi et al., 2022), la percezione pubblica potrebbe comunque risultare negativa se non vengono adottate adeguate misure tecniche e normative. A tale scopo, la soluzione della privacy differenziata ("tiered privacy") è ampiamente discussa come compromesso ottimale. Questa soluzione prevede un alto grado di anonimato per pagamenti di importo limitato, mentre transazioni superiori a determinate soglie verrebbero sottoposte a requisiti di

identificazione per motivi AML (Georgarakos et al., 2024). In tale configurazione, piccole transazioni quotidiane potrebbero avvenire in modalità offline anonima, analogamente all'uso del contante, mentre per importi più elevati o cumulativamente significativi verrebbe preservata la possibilità di monitoraggio regolamentato. Questa impostazione è attualmente in fase di valutazione in diversi progetti pilota a livello internazionale; ad esempio, il prototipo di euro digitale sviluppato dalla BCE prevede proprio l'introduzione di pagamenti offline anonimi tramite wallet hardware, limitando così la visibilità delle transazioni ai soli soggetti direttamente coinvolti, e garantendo al tempo stesso il rispetto delle norme europee contro il riciclaggio (ECB, 2023). Un ulteriore rischio identificato dalla letteratura riguarda la sicurezza delle informazioni personali raccolte nel sistema CBDC. La centralizzazione dei dati relativi alle transazioni potrebbe rappresentare un obiettivo particolarmente attrattivo per attacchi informatici su larga scala (data breaches), con possibili gravi conseguenze per la privacy degli utenti (Consultative Group on Risk Management, 2023). Per mitigare questo rischio, la letteratura informatica raccomanda un approccio basato sui principi di privacy by design: minimizzazione e pseudonimizzazione dei dati, impiego di crittografia avanzata e sistemi di controllo degli accessi con log verificabili (Georgarakos et al., 2024). In questo contesto, il modello operativo "ibrido" frequentemente proposto prevede che le banche centrali conservino prevalentemente dati aggregati o anonimizzati, mentre i dettagli personali degli utenti rimangono custoditi presso intermediari regolamentati (banche commerciali), accessibili alle autorità solo in casi giuridicamente definiti (ECB, 2023). Nonostante le rassicurazioni tecniche e normative, permane comunque il rischio di percezioni negative da parte del pubblico, alimentate soprattutto da esempi provenienti da contesti autoritari come la Cina, dove lo yuan digitale (e-CNY) potrebbe teoricamente essere utilizzato per finalità di sorveglianza statale più ampie. Questo potrebbe spingere parte degli utenti, particolarmente sensibili alla privacy, a preferire l'uso del contante o criptovalute non regolamentate, riducendo così l'efficacia del sistema monetario ufficiale (Adachi et al., 2022). La letteratura suggerisce che una strategia vincente sarebbe quella di garantire una "soft privacy", ovvero assicurare la riservatezza ordinaria delle transazioni quotidiane, limitando l'accessibilità ai dati personali soltanto a casi di eccezionale

necessità giudiziaria, mediante precise regole procedurali e rigorosi controlli di accesso (Georgarakos et al., 2024). Nel contesto europeo, il quadro normativo del GDPR rappresenta un vincolo ulteriore che spinge verso standard elevati di protezione dati. In linea con ciò, la BCE ha esplicitamente dichiarato che non intende raccogliere o utilizzare dati personali relativi ai pagamenti, limitando le informazioni condivise alle sole esigenze legali obbligatorie (ECB, 2023). Infatti, le specifiche tecniche dell'euro digitale recentemente pubblicate dalla BCE prevedono modalità operative online e offline che minimizzano la condivisione di informazioni personali, garantendo una privacy potenzialmente superiore rispetto agli attuali mezzi elettronici, soprattutto per le transazioni di piccolo importo (ECB, 2023). In conclusione, la gestione della privacy rappresenta una sfida determinante per il successo delle CBDC, con implicazioni decisive sulla fiducia pubblica e sull'adozione effettiva della valuta digitale. Le banche centrali, specialmente nelle economie avanzate, stanno adottando soluzioni tecniche e normative innovative per bilanciare efficacemente esigenze di riservatezza individuale e conformità normativa, nella consapevolezza che una perdita di fiducia dovuta a percezioni di scarsa tutela della privacy potrebbe compromettere gravemente il successo dell'intero progetto CBDC.

2.3.5 Inclusione finanziaria e accesso digitale

Un'ultima criticità affrontata nella letteratura riguarda il potenziale impatto delle Central Bank Digital Currencies (CBDC) sull'inclusione finanziaria e sulla disponibilità effettiva per tutti i segmenti della popolazione. Sebbene spesso si enfatizzi il potenziale delle CBDC nel favorire l'inclusione – fornendo un mezzo digitale pubblico e a basso costo anche per chi oggi è escluso dai servizi bancari – gli studi recenti ammoniscono che una loro implementazione non adeguatamente progettata potrebbe, paradossalmente, accentuare il divario digitale già esistente e generare nuove esclusioni (International Monetary Fund, 2022). Il principale rischio evidenziato dalla letteratura è legato alla natura intrinsecamente digitale delle CBDC, che potrebbe escludere gruppi sociali con ridotte competenze digitali o privi di strumenti tecnologici adeguati, come anziani, persone con scarsa alfabetizzazione digitale e comunità rurali o marginalizzate

(Georgarakos et al., 2024). Ad esempio, in Europa, l'utilizzo del contante è ancora prevalente tra le fasce più anziane o residenti in aree con infrastrutture digitali meno sviluppate; pertanto, un declino troppo rapido del contante a favore di una CBDC potrebbe compromettere seriamente l'accessibilità ai pagamenti per queste categorie (Banca d'Italia, 2023). Proprio per questo motivo, istituzioni quali la Banca Centrale Europea (BCE) e la Banca d'Italia sottolineano che l'euro digitale dovrà necessariamente affiancare, e non sostituire integralmente, il contante, garantendo libertà di scelta tra mezzi di pagamento alternativi in base alle preferenze individuali e al grado di competenza tecnologica (ECB, 2023). Un ulteriore fattore cruciale per assicurare un'effettiva inclusione finanziaria tramite le CBDC è l'alfabetizzazione digitale e finanziaria della popolazione. Esperienze recenti, come quella della Nigeria con l'eNaira, dimostrano che il lancio di una CBDC senza un'adeguata preparazione e formazione degli utenti può limitare fortemente la sua adozione, specialmente tra coloro che si intende includere per primi (IMF, 2022). Analogamente, nelle Bahamas, il successo del progetto "Sand Dollar" è stato possibile anche grazie al coinvolgimento diretto di reti locali per fornire assistenza pratica agli utenti meno digitalizzati (BIS, 2021). Questi esempi mostrano che introdurre una nuova tecnologia non è sufficiente; occorrono campagne educative mirate, attività informative capillari e interventi diretti volti a costruire fiducia e competenze digitali nella popolazione (International Monetary Fund, 2022). Le istituzioni europee sono consapevoli di queste criticità. La BCE ha esplicitamente indicato che un eventuale euro digitale dovrebbe essere facilmente fruibile per tutti i cittadini, mediante interfacce intuitive e strumenti complementari, oltre a prevedere una rete capillare di supporto tecnico e informativo (ECB, 2023; Georgarakos et al., 2024). Tra le opzioni tecniche discusse emerge la possibilità di carte prepagate fisiche collegate direttamente ai wallet digitali di CBDC, utilizzabili anche offline, per includere gli utenti meno avvezzi all'uso di smartphone e applicazioni digitali avanzate (ECB, 2023). Inoltre, particolare attenzione viene posta verso categorie vulnerabili come i senzatetto, i richiedenti asilo o individui privi di documenti: per questi gruppi si valutano soluzioni specifiche quali identità digitali alternative o sistemi dedicati per l'erogazione diretta di sussidi pubblici in forma di CBDC (ECB, 2023). Sul piano operativo e normativo, un ulteriore

rischio è che l'introduzione affrettata di una CBDC possa incentivare le banche a ridurre servizi tradizionali (come filiali e sportelli ATM), creando difficoltà per chi non riesce a utilizzare efficacemente la nuova tecnologia digitale (Banca d'Italia, 2023). Le autorità monetarie europee, quindi, enfatizzano la necessità di mantenere una rete ampia e diversificata di punti di accesso tradizionali durante un periodo transitorio, monitorando attentamente la diffusione della CBDC tra diverse fasce demografiche e intervenendo per correggere eventuali squilibri o esclusioni che emergessero nella pratica (ECB, 2023). In definitiva, le CBDC presentano tanto opportunità quanto rischi per l'inclusione finanziaria. Pur avendo il potenziale di ampliare l'accesso ai servizi finanziari digitali, esse non costituiscono una soluzione automatica ai problemi strutturali sottostanti l'esclusione finanziaria, quali bassa alfabetizzazione, sfiducia nelle istituzioni o povertà estrema (International Monetary Fund, 2022). Pertanto, affinché la CBDC contribuisca davvero a una maggiore inclusione, è fondamentale che la sua introduzione sia accompagnata da misure complementari di alfabetizzazione digitale, campagne informative capillari e il mantenimento di alternative fisiche come il contante e sportelli di assistenza. Solo così, evitando la creazione di un ecosistema finanziario a due velocità, una CBDC potrà adempiere pienamente al mandato pubblico di servizio delle banche centrali europee, sintetizzato dalla BCE con lo slogan esplicito di “non lasciare indietro nessuno” (ECB, 2023).

2.4 Esperienze internazionali e prospettive future

L'interesse verso le valute digitali delle banche centrali (CBDC) è cresciuto enormemente a livello globale. Secondo un recente sondaggio della Banca dei Regolamenti Internazionali, il 94% delle banche centrali sta esplorando o sviluppando una qualche forma di CBDC (Di Iorio et al., 2024). Alcune giurisdizioni hanno già lanciato CBDC retail operative – tra queste le Bahamas (Sand Dollar), la Nigeria (eNaira) e la Giamaica (Jam-Dex) – mentre molte altre hanno avviato progetti pilota su larga scala, ad esempio la Cina con lo yuan digitale (e-CNY), l'Unione delle Isole dei Caraibi Orientali con DCash e l'India con la rupia digitale (Koonprasert et al., 2024). Queste esperienze pionieristiche offrono lezioni preziose sulle opportunità e sfide delle innovazioni

monetarie, e aiutano a delineare le prospettive future delle politiche monetarie digitali. Di seguito si descrivono i risultati attuali delle principali sperimentazioni internazionali – in particolare i casi di Cina, Bahamas, Nigeria e Svezia – sulla base della letteratura più recente (articoli peer-reviewed e pubblicazioni istituzionali), includendo anche cenni ad altre iniziative rilevanti.

FIGURE 7 | Map of CBDC phase of exploration

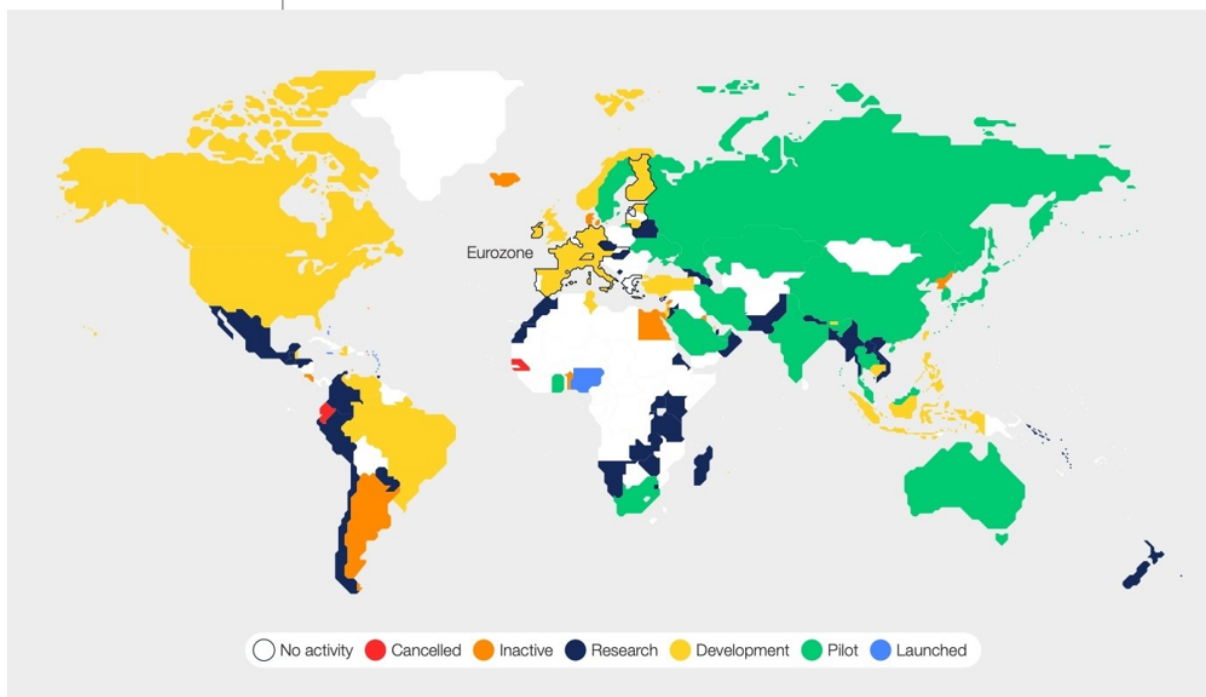


Figura 2.4: Mappa globale dello stato di avanzamento delle CBDC. La mappa mostra i diversi stadi di sviluppo: inattivo, ricerca, sviluppo, progetto pilota e lanciato. *Fonte: Atlantic Council (2023), CBDC Tracker.*

2.4.1 Cina: lo yuan digitale (e-CNY)

La Cina rappresenta uno dei casi più avanzati nello sviluppo di una Central Bank Digital Currency (CBDC). La People's Bank of China (PBoC) ha avviato la sperimentazione dello yuan digitale (e-CNY) già nel biennio 2019-2020, attraverso progetti pilota su larga scala in diverse città e province. Al giugno 2023, l'e-CNY costituiva la più ampia sperimentazione globale in termini di utenti e volumi, con oltre 120 milioni di wallet aperti e circa 16,5 miliardi di yuan digitali in circolazione (PBoC, 2023). Complessivamente, le transazioni in e-CNY avevano raggiunto circa 1,8 trilioni di yuan (circa 250 miliardi di dollari), mostrando un notevole incremento rispetto ai 100 miliardi di yuan

registrati ad agosto 2022 (PBoC, 2023). Tuttavia, nonostante questi numeri considerevoli, lo yuan digitale rappresenta ancora una quota marginale rispetto al sistema monetario e ai pagamenti digitali cinesi complessivi. Infatti, i 16,5 miliardi di e-CNY circolanti corrispondono appena allo 0,16% del circolante monetario (aggregato M0), confermando che il contante tradizionale e, soprattutto, le piattaforme private come Alipay e WeChat Pay continuano a dominare il panorama dei pagamenti digitali cinesi (PBoC, 2023). Questo dato suggerisce che, sebbene l'e-CNY abbia raggiunto un'ampia base di utenti sperimentali, la sua adozione su vasta scala rimane limitata. La PBoC ha esplorato diversi contesti applicativi dello yuan digitale: pagamenti per trasporto pubblico, versamenti di sussidi governativi, pagamento di tasse e rette scolastiche, nonché utilizzi specifici come quelli sperimentati durante le Olimpiadi Invernali di Pechino 2022, quando atleti e visitatori internazionali hanno potuto aprire wallet digitali temporanei (BIS, 2022). L'architettura adottata per l'e-CNY è basata su un modello a due livelli con intermediazione di banche commerciali, ed è accessibile tramite app ufficiali della banca centrale oppure integrata nelle applicazioni delle banche statali e altri intermediari finanziari autorizzati (PBoC, 2023). Per stimolare l'adozione volontaria, le autorità cinesi hanno anche sperimentato incentivi mirati, come l'erogazione di piccoli importi di yuan digitale (airdrop), talvolta con scadenza temporale prefissata per testare la programmabilità del denaro (BIS, 2022). Queste iniziative hanno dimostrato la fattibilità tecnica di funzioni avanzate quali pagamenti offline e vincoli temporali, anche se una diffusione organica e su larga scala richiederà probabilmente maggior tempo e fiducia da parte degli utenti (Georgarakos et al., 2024). Sul piano della politica monetaria interna, l'e-CNY non ha finora comportato modifiche significative, essendo non remunerato (come il contante) e coesistendo senza interferenze con gli strumenti monetari tradizionali (BIS, 2022). Tuttavia, per la Cina lo yuan digitale rappresenta un'iniziativa strategica volta a incrementare la resilienza e la sovranità del sistema dei pagamenti nazionali. Inoltre, emergono potenziali applicazioni internazionali: la PBoC ha partecipato all'iniziativa "mCBDC Bridge" del BIS insieme ad altre banche centrali asiatiche, testando pagamenti cross-border basati su multiple CBDC (BIS, 2022). Sebbene il focus principale dell'e-CNY rimanga sul mercato domestico retail, non è esclusa la possibilità

che in futuro favorisca ulteriormente l'internazionalizzazione del renminbi.

2.4.2 Bahamas: il Sand Dollar

Le Bahamas sono state il primo paese al mondo a introdurre ufficialmente una CBDC retail con il lancio del Sand Dollar nell'ottobre 2020 da parte della Central Bank of The Bahamas. Tale iniziativa è stata motivata principalmente dall'obiettivo di aumentare l'inclusione finanziaria nell'arcipelago e migliorare l'efficienza e la resilienza dei pagamenti, soprattutto nelle isole periferiche dove l'accesso ai servizi bancari è limitato e soggetto a interruzioni causate da eventi atmosferici estremi (BIS, 2021). Tecnicamente, il Sand Dollar è una versione digitale della valuta bahamense, mantenuta alla parità con il dollaro locale e distribuita tramite wallet elettronici forniti da banche commerciali e altri payment service providers autorizzati. I cittadini possono detenere e utilizzare la CBDC mediante applicazioni mobili o carte prepagate, effettuando pagamenti tramite smartphone o dispositivi point-of-sale abilitati (Central Bank of The Bahamas, 2021). Nonostante oltre tre anni di operatività stabile, i risultati relativi all'adozione del Sand Dollar sono stati finora modesti. La Central Bank of The Bahamas ha infatti evidenziato criticità quali la bassa partecipazione dei commercianti nella rete di accettazione, la scarsa integrazione della CBDC nei sistemi bancari tradizionali e l'insufficiente educazione finanziaria e tecnologica della popolazione (Central Bank of The Bahamas, 2023). La mancata integrazione dei Sand Dollar nei conti commerciali bancari e l'iniziale disinteresse degli istituti finanziari tradizionali hanno ulteriormente ostacolato la diffusione capillare di questo strumento. In risposta a queste difficoltà, la banca centrale ha annunciato nel 2023 interventi correttivi, come regolamentazioni per obbligare le banche commerciali a offrire accesso ai Sand Dollar ai propri clienti, e ha avviato campagne informative come il programma Sand Dollar Ambassadors, incaricato di promuovere attivamente la CBDC presso esercenti e consumatori locali, raccogliendo feedback utili per il miglioramento della sua implementazione (Central Bank of The Bahamas, 2023). Sebbene l'impatto macroeconomico del Sand Dollar sia stato finora trascurabile – rappresentando una frazione minima della massa monetaria senza significative implicazioni sulla politica monetaria

domestica – l’esperienza delle Bahamas offre importanti lezioni per altri paesi. In particolare, emerge chiaramente che la sola innovazione tecnologica non è sufficiente per il successo di una CBDC; quest’ultima necessita di un ecosistema di accettazione consolidato, integrazione effettiva con strumenti di pagamento esistenti e adeguate campagne di educazione finanziaria (BIS, 2021; Central Bank of The Bahamas, 2023). Le Bahamas continueranno pertanto a perfezionare il Sand Dollar, rappresentando un caso di riferimento significativo per piccoli stati ed economie emergenti che vedono nella CBDC uno strumento strategico di inclusione finanziaria e resilienza economica.

2.4.3 Nigeria: l’eNaira

La Nigeria è stata il primo paese africano a introdurre una CBDC, denominata eNaira, nell’ottobre 2021. La Central Bank of Nigeria (CBN) ha promosso questa iniziativa principalmente con l’obiettivo di modernizzare il sistema dei pagamenti, aumentare l’inclusione finanziaria della popolazione non bancarizzata e facilitare le rimesse internazionali, in un contesto economico caratterizzato da un uso elevato del contante e costi significativi nella sua gestione (Ree, 2023). L’eNaira è una versione digitale della valuta nazionale, ancorata alla parità (1:1) con il naira, e distribuita tramite wallet digitali. Nella fase iniziale, la CBN ha adottato un approccio graduale (phased approach), consentendo inizialmente l’apertura di wallet solo a cittadini già titolari di un conto bancario e con procedure KYC verificate, limitando l’uso ai pagamenti domestici e rimandando l’utilizzo per rimesse internazionali a fasi successive (IMF, 2023). Tuttavia, dopo oltre un anno dal lancio, l’adozione dell’eNaira è risultata molto inferiore alle aspettative. Come riportato dal Fondo Monetario Internazionale, circa il 98,5% dei wallet registrati risultavano inattivi su base settimanale dopo il primo anno di operatività, con una media settimanale di circa 14.000 transazioni, equivalenti ad appena lo 0,0018% dell’aggregato monetario M3 nigeriano (Ree, 2023). Inoltre, il numero totale di transazioni nel primo anno (circa 802.000) è risultato inferiore al numero totale di wallet aperti (820.000), evidenziando un utilizzo limitato e sporadico (IMF, 2023). Le ragioni della bassa adozione sono molteplici. In primo luogo, la strategia graduale inizialmente scelta dalla CBN ha limitato l’effetto rete

della CBDC, restringendone l'accesso proprio alla popolazione non bancarizzata che ne rappresentava il target principale. Inoltre, la già diffusa presenza di sistemi alternativi di pagamento elettronico (mobile money, app bancarie) ha limitato l'attrattiva dell'eNaira per i cittadini bancarizzati (Ree, 2023). Un ruolo significativo è stato giocato anche dalla diffusa sfiducia della popolazione verso le istituzioni monetarie, ulteriormente accentuata dalle controversie sulla limitazione dell'uso del contante attuate dal governo nel 2022-2023. Nonostante queste difficoltà, l'eNaira ha dimostrato una buona resilienza tecnica e continuità operativa, senza interruzioni significative nel corso del primo anno. La CBN ha avviato successivamente la seconda fase del progetto, estendendo l'accesso ai non bancarizzati attraverso soluzioni semplificate come l'apertura di wallet con numeri di identità nazionali (NIN) e l'utilizzo di telefoni cellulari semplici tramite protocollo USSD (CBN, 2023). Parallelamente, sono state avviate campagne promozionali, incluse collaborazioni con grandi esercizi commerciali per incentivare l'accettazione dell'eNaira e hackathon per sviluppatori finalizzati a creare nuove applicazioni pratiche della CBDC. In conclusione, il caso nigeriano evidenzia quanto sia complesso introdurre efficacemente una CBDC in contesti caratterizzati da un ecosistema di pagamenti digitali privati già consolidato e da un'elevata dipendenza dal contante. La letteratura sottolinea che, affinché una CBDC possa attrarre utenti, deve fornire vantaggi evidenti rispetto alle alternative esistenti, soprattutto in contesti di bassa bancarizzazione o scarsa affidabilità dei sistemi privati (IMF, 2023). Finora, l'eNaira non ha mostrato effetti significativi su inflazione, sistema finanziario o trasmissione monetaria, data la limitata diffusione. Tuttavia, il progetto è considerato dalla CBN come un percorso di lungo termine, in cui ulteriori interventi di policy, inclusione digitale, miglioramento dell'interoperabilità con i sistemi esistenti e maggiore incentivazione all'utilizzo potrebbero gradualmente aumentare l'adozione della CBDC (Ree, 2023). Pertanto, l'esperienza nigeriana rappresenta un test cruciale per il futuro delle CBDC nei grandi paesi emergenti, offrendo preziose lezioni di policy e design per ulteriori sviluppi in Africa e altrove.

2.4.4 Svezia: la e-krona

La Svezia rappresenta un caso peculiare di innovazione monetaria, motivato dal forte declino nell'uso del contante registrato negli ultimi anni. Nell'ultimo decennio, infatti, la percentuale di pagamenti in contante è scesa a circa il 10%, con il valore complessivo delle banconote in circolazione ridottosi a solo l'1,3% del PIL, rispetto a oltre il 3% nel 2010 (Misch, 2021). Secondo sondaggi della Sveriges Riksbank, quasi il 75% della popolazione utilizza raramente il contante (meno di una volta al mese), e due terzi degli esercenti potrebbero cessare di accettarlo completamente entro il 2030, se l'attuale trend dovesse proseguire (Sveriges Riksbank, 2024). Tale scenario, dominato da pagamenti elettronici come carte e app di pagamento (ad esempio, Swish), ha spinto la banca centrale svedese (Riksbank) a esplorare precocemente la possibilità di introdurre una Central Bank Digital Currency (CBDC) retail, denominata e-krona, con l'obiettivo di preservare l'accesso pubblico alla moneta sovrana digitale (Misch, 2021).

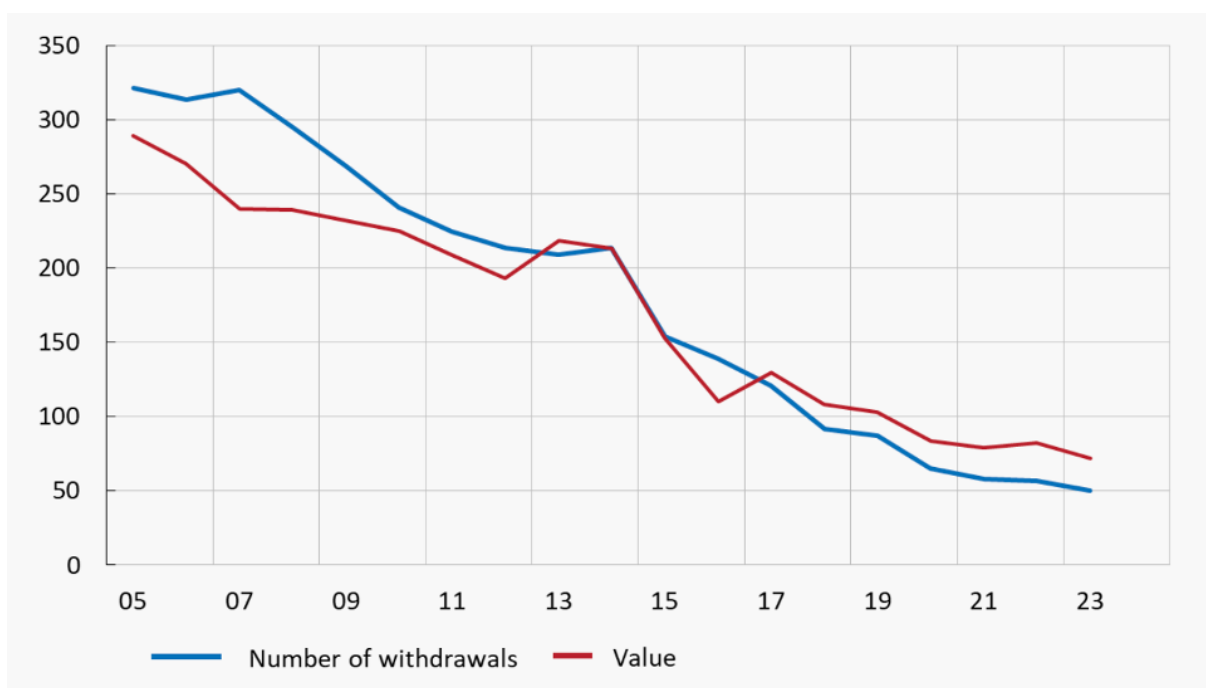


Figura 2.5: Andamento del numero di prelievi di contante (linea blu, asse sinistro) e del valore totale prelevato in contanti (linea rossa, asse destro) in Svezia, in milioni di transazioni e miliardi di corone svedesi. Il grafico mostra un declino costante e marcato di entrambe le misure nel corso dell'ultimo decennio, a conferma della riduzione nell'uso del contante nel paese. *Fonte: The Riksbank.*

La Riksbank ha avviato formalmente il progetto e-krona nel 2017, posi-

zionandosi tra le prime banche centrali di economie avanzate ad affrontare concretamente questa tematica. I primi anni sono stati dedicati principalmente a studi teorici e rapporti di policy, che hanno individuato diverse motivazioni per l'introduzione di una e-krona (Sveriges Riksbank, 2024):

- **Mantenimento dell'accesso pubblico alla moneta sovrana:** l'e-krona consentirebbe di preservare l'opzione per i cittadini di utilizzare moneta pubblica digitale, contrastando la totale dipendenza da moneta privata (depositi bancari) in assenza del contante.

- **Rafforzamento della resilienza operativa:** una e-krona con infrastruttura dedicata, inclusa la capacità di operare offline, potrebbe servire da sistema alternativo in caso di guasti nei circuiti di pagamento privati o nelle reti di comunicazione ed elettriche.

- **Promozione della concorrenza e dell'inclusione finanziaria:** il modello considerato dalla Riksbank prevede una distribuzione pubblico-privata che potrebbe favorire nuovi operatori, aumentando così la concorrenza nel settore dei pagamenti digitali e facilitando l'accesso ai servizi per categorie vulnerabili (anziani, residenti in aree remote, persone senza conto bancario).

- **Miglioramento dell'efficienza nei pagamenti internazionali:** la potenziale interoperabilità internazionale dell'e-krona potrebbe rendere più efficienti e meno costosi i pagamenti cross-border, in sinergia con analoghi progetti globali di CBDC.

Parallelamente alle analisi teoriche, la Riksbank ha condotto una sperimentazione tecnica concreta, denominata e-krona pilot, in collaborazione con il fornitore tecnologico Accenture. Questo progetto pilota, avviato nel febbraio 2020 e basato sulla tecnologia blockchain R3 Corda, è stato sviluppato in quattro fasi principali (Sveriges Riksbank, 2024):

- **Fase 1 (2020-2021):** implementazione di base e test preliminari di funzionalità essenziali come wallet digitali, transazioni peer-to-peer e pagamenti retail.

- **Fase 2 (2021-2022):** integrazione con intermediari finanziari (banche commerciali), test di scalabilità e valutazione dell'interoperabilità con sistemi di pagamento esistenti.

- **Fase 3 (2022-2023):** sperimentazione avanzata su pagamenti offline, pro-

grammabilità della moneta e conversione rapida tra e-krona e altre valute digitali.

- Fase 4 (2023): conclusione e valutazione finale dei risultati tecnici, che ha confermato la fattibilità pratica dell'e-krona in ambiente sperimentale.

A conclusione del progetto pilota nel 2023, la Riksbank ha spostato l'attenzione sugli aspetti normativi e di policy design, approfondendo gli adattamenti legislativi necessari e le caratteristiche definitive che l'e-krona dovrebbe avere (es. remunerazione, limiti quantitativi, grado di privacy). È stato inoltre istituito dal governo svedese un comitato d'indagine per valutare il ruolo futuro della moneta pubblica digitale nel contesto nazionale (Misch, 2021). Al momento, tuttavia, non è stata ancora presa una decisione ufficiale sulla concreta emissione dell'e-krona, la quale richiederebbe necessariamente un mandato legislativo specifico. Qualora si decidesse di procedere, la sua introduzione sarebbe comunque graduale e complementare al contante, garantendo una transizione morbida per il pubblico. La Riksbank, attraverso figure di riferimento come l'ex Governatore Stefan Ingves e la Vice-Governatrice Cecilia Skingsley, ha frequentemente sottolineato l'importanza di valutare attentamente l'opportunità effettiva di introdurre una CBDC, preparandosi comunque all'eventualità futura (Sveriges Riksbank, 2024). In conclusione, l'esperienza svedese è di particolare interesse per l'analisi delle CBDC nelle economie avanzate, in quanto evidenzia come una moneta digitale pubblica possa servire non solo a favorire l'inclusione finanziaria (come nei casi emergenti), ma anche a preservare l'integrità e la resilienza del sistema monetario in scenari di rapida digitalizzazione e progressiva scomparsa del contante. Tale modello è monitorato con attenzione a livello internazionale, specie nell'ambito europeo, dove la BCE sta contemporaneamente sviluppando l'euro digitale, rendendo cruciale la collaborazione tra Riksbank e le altre istituzioni monetarie per garantire interoperabilità e coerenza normativa a livello sovranazionale (Misch, 2021).

2.4.5 Altre iniziative internazionali e prospettive future

Accanto ai casi esaminati in precedenza, vi sono numerose ulteriori esperienze internazionali di CBDC, ciascuna con caratteristiche e risultati specifici. Nell'A-

rea dei Caraibi, ad esempio, l'Unione Monetaria dei Caraibi Orientali (ECCU) ha avviato nel marzo 2021 il progetto DCash, una CBDC retail con l'obiettivo di facilitare i pagamenti interni e inter-insulari e promuovere l'inclusione finanziaria. Tuttavia, il progetto ha affrontato significative difficoltà tecniche e organizzative, tra cui una limitata partecipazione dei commercianti e una scarsa integrazione con i sistemi di pagamento esistenti, culminate in un'interruzione di circa due mesi che ha minato la fiducia degli utenti (Koonprasert et al., 2024). Di conseguenza, nel 2024, la banca centrale ECCU ha sospeso temporaneamente il progetto per una ristrutturazione del sistema, nota come DCash 2.0. Un altro caso è quello della Giamaica, che nell'estate 2022 ha lanciato la CBDC retail denominata JAM-DEX (Jamaica Digital Exchange). Nonostante il governo abbia offerto incentivi iniziali (bonus equivalenti a circa 16 USD per i nuovi utenti), l'adozione della JAM-DEX è stata lenta, principalmente a causa di una limitata rete di accettazione da parte degli esercenti, scarsa consapevolezza pubblica e costi aggiuntivi per aggiornare i terminali POS (Bank of Jamaica, 2023). Attualmente le autorità giamaicane stanno implementando campagne educative e considerano l'integrazione con programmi sociali per incrementarne l'utilizzo. Tra le grandi economie emergenti, l'India ha avviato alla fine del 2022 un doppio progetto pilota per la rupia digitale, sia wholesale sia retail, con una diffusione finora molto contenuta: a maggio 2024, la rupia digitale retail rappresentava appena lo 0,01% del circolante (Reserve Bank of India, 2024). Data l'efficienza dei sistemi di pagamento digitali esistenti (come UPI), la Reserve Bank of India punta su una strategia graduale, focalizzandosi su funzionalità specifiche come i pagamenti offline e l'interoperabilità con i sistemi privati. In Europa, il dibattito si concentra sul progetto dell'euro digitale della Banca Centrale Europea (BCE). Dopo una fase investigativa durata due anni (2021-2023), la BCE ha avviato a ottobre 2023 una fase preparatoria di ulteriori due anni, volta a definire regole operative e infrastrutture tecniche necessarie per la possibile introduzione dell'euro digitale. L'euro digitale è concepito come complemento al contante fisico, accessibile gratuitamente attraverso intermediari regolati, con standard elevati di privacy e funzionalità online e offline (BCE, 2023). La decisione finale sull'emissione dipenderà anche dall'esito del processo legislativo avviato nel 2023 con la proposta di regolamento europeo sull'euro digitale. Negli Stati

Uniti, la Federal Reserve ha mantenuto finora un approccio prudente verso il dollaro digitale, pubblicando un report esplorativo nel 2022 e conducendo sperimentazioni tecnologiche come il Project Hamilton in collaborazione con il MIT (Federal Reserve, 2022). Attualmente, tuttavia, manca ancora un consenso politico sulla necessità di procedere verso una CBDC, con l'attenzione rivolta prevalentemente ai sistemi di pagamento istantanei, come FedNow. Altri Paesi del G7, come il Giappone e il Canada, sono impegnati in programmi di ricerca e sperimentazione: il Giappone ha avviato nel 2023 un progetto pilota per lo yen digitale, mentre il Canada sta esplorando in particolare soluzioni offline e di resilienza (Bank of Canada, 2023). La letteratura rileva che l'innovazione nei pagamenti può assumere forme diverse in base al contesto. Alcune economie emergenti hanno introdotto CBDC principalmente per affrontare problemi di inclusione finanziaria (come nel caso della Nigeria e delle Bahamas), mentre altre, come il Brasile con la piattaforma di pagamenti istantanei PIX, hanno raggiunto obiettivi analoghi senza l'introduzione di una nuova valuta digitale (Di Iorio et al., 2024). Ciò dimostra che le CBDC non rappresentano l'unica opzione per migliorare efficienza e inclusione nei pagamenti digitali. Guardando al futuro, si prevede un aumento ulteriore delle sperimentazioni e implementazioni operative di CBDC, con una crescente attenzione ai temi della scalabilità tecnologica, cybersecurity, tutela della privacy e interoperabilità internazionale. Al momento nessuna CBDC retail prevede una remunerazione, limitando così gli impatti diretti sulla politica monetaria, sebbene tale opzione rimanga teoricamente possibile per il futuro, bilanciando attentamente i rischi di disintermediazione bancaria (Bank for International Settlements, 2023). In conclusione, le esperienze internazionali evidenziano come la tecnologia CBDC sia ormai realizzabile, ma anche come l'adozione da parte del pubblico richieda un ecosistema favorevole, fiducia e un chiaro valore aggiunto rispetto ai sistemi esistenti. L'introduzione di una CBDC è quindi considerata un processo graduale, che richiede una cooperazione attenta con il settore privato e politiche inclusive per garantirne il successo, come sottolineato da numerosi studi recenti (Di Iorio et al., 2024; Koonprasert et al., 2024).

Capitolo 3

Metodologia e analisi empirica

3.1 Premesse

Nei capitoli precedenti è stato delineato il quadro teorico e istituzionale entro cui si colloca l'innovazione monetaria rappresentata dalle Central Bank Digital Currencies (CBDC), analizzandone le caratteristiche, le tipologie e le principali implicazioni per la politica monetaria e la stabilità finanziaria. Questo terzo capitolo si propone di tradurre tali premesse teoriche in un'analisi empirica, con l'obiettivo di verificare se e in che misura l'attenzione mediatica dedicata alle CBDC influenzi la volatilità dei mercati finanziari globali. La scelta di concentrarsi sull'attenzione mediatica, anziché sugli effetti diretti dell'introduzione delle CBDC, discende dal fatto che in molte economie avanzate queste non sono ancora operative su larga scala. Analizzare esclusivamente i casi – ancora circoscritti – di adozione effettiva avrebbe prodotto evidenze parziali e difficilmente generalizzabili. Al contrario, l'attenzione mediatica costituisce un canale informativo rilevante: le notizie contribuiscono a formare le aspettative degli operatori e possono incidere, anche in assenza di implementazioni concrete, sulla percezione dei rischi e delle opportunità associate alla digitalizzazione monetaria. Per investigare questo nesso, è stato costruito un dataset combinato che integra l'indice settimanale di attenzione alle CBDC (CBDCAI), elaborato ad hoc a partire da archivi giornalistici, con le serie storiche dell'indice FTSE World, assunto come benchmark rappresentativo dell'andamento dei mercati azionari internazionali. A partire da tali serie, sono state derivate le grandezze di interesse:

le variazioni settimanali del CBDCAI, interpretate come shock informativi, e i rendimenti logaritmici del FTSE World, dai quali è stata ricavata una proxy della volatilità. Dal punto di vista metodologico, in una fase preliminare è stata valutata la possibilità di adottare un modello VAR bivariato, in continuità con parte della letteratura esistente. Tuttavia, diverse specificazioni risultavano non stabili – con autovalori superiori all’unità – rendendo il VAR inadatto a catturare la dinamica tra le variabili considerate. Si è quindi optato per un approccio alternativo, robusto e trasparente: le Local Projections (LP) proposte da Jordà (2005), stimate con OLS e correzione HAC di Newey-West. Tale metodologia consente di stimare in modo diretto e flessibile le funzioni di risposta all’impulso (IRF) a diversi orizzonti temporali, evitando di imporre vincoli dinamici restrittivi e risultando particolarmente adatta in contesti in cui la stabilità del sistema non è garantita.

3.2 Costruzione dell’indice CBDCAI

Un primo nodo metodologico cruciale di questa ricerca riguarda la scelta della variabile esogena capace di rappresentare l’attenzione verso le Central Bank Digital Currencies (CBDC). Come discusso nel Capitolo 2, i progetti di valuta digitale sovrana sono stati avviati in molteplici giurisdizioni, ma la loro adozione effettiva rimane ancora limitata e circoscritta. In particolare, nelle economie avanzate l’introduzione di una CBDC retail non si è ancora tradotta in una diffusione su larga scala presso il pubblico, né in un impatto diretto sui mercati finanziari comparabile a quello di strumenti consolidati. Una strategia empirica fondata esclusivamente sull’analisi degli episodi concreti di implementazione avrebbe dunque restituito un’evidenza parziale, legata a contesti specifici (ad esempio, l’eNaira in Nigeria o il Sand Dollar delle Bahamas), ma scarsamente rappresentativa delle dinamiche dei mercati globali. Per superare questo limite, si è deciso di adottare un approccio alternativo: invece di misurare gli effetti di una CBDC già operativa, la variabile esogena prescelta cattura l’attenzione mediatica rivolta al tema. Tale attenzione costituisce infatti un canale informativo primario attraverso cui il dibattito pubblico e istituzionale influenza le aspettative degli operatori finanziari, e pertanto può generare reazioni nei mercati anche in

assenza di un'adozione immediata. La costruzione dell'indice di attenzione alle CBDC (CBDCAI) si ispira alla metodologia sviluppata da Wang et al. (2022), adattata al contesto di questa ricerca. Il punto di partenza è rappresentato da un archivio giornalistico internazionale (Factiva), dal quale sono stati estratti articoli contenenti un insieme di parole chiave specificamente riferite alle CBDC. Coerentemente con l'impostazione della letteratura, l'unità di misura di base è costituita dal singolo articolo: ogni notizia che soddisfa i criteri di ricerca contribuisce per una unità al conteggio complessivo, indipendentemente dalla fonte, dalla lunghezza o dal rilievo editoriale. L'obiettivo non è infatti attribuire un peso qualitativo alla notizia, ma quantificare l'intensità complessiva della copertura mediatica, interpretata come segnale della rilevanza percepita dal tema nel dibattito pubblico e istituzionale. Il flusso operativo di costruzione dell'indice si articola in più passaggi. In primo luogo, i conteggi sono stati realizzati a livello giornaliero e successivamente aggregati a frequenza settimanale. La scelta della settimana come unità temporale di riferimento non è casuale, ma risponde a precise motivazioni empiriche. La letteratura in materia di indici di attenzione informativa evidenzia infatti che l'uso della frequenza giornaliera rischia di introdurre un eccessivo rumore dovuto a notizie isolate o ripetute nello stesso giorno, mentre la frequenza mensile risulta troppo grossolana per cogliere la rapida evoluzione delle aspettative nei mercati finanziari. La frequenza settimanale rappresenta quindi un compromesso efficace: attenua il rumore giornaliero e, al tempo stesso, conserva la sensibilità necessaria per rilevare gli shock informativi e la loro propagazione nei mercati. Inoltre, l'uso della settimana come intervallo di osservazione garantisce coerenza con la variabile finanziaria analizzata in questa ricerca, ossia i rendimenti settimanali del FTSE World, facilitando l'allineamento e il merge delle due serie. Per assicurare continuità temporale, è stato predisposto un calendario settimanale completo sull'intero periodo di analisi (2016–2025), includendo anche le settimane prive di notizie. In questi casi, al conteggio è stato assegnato valore pari a zero, così da evitare discontinuità nell'asse temporale e assicurare comparabilità dei dati nel lungo periodo. Il risultato è una serie di conteggi settimanali N_t , che rappresentano il numero di articoli pubblicati in ciascuna settimana del campione. A partire da questi conteggi, è stata effettuata una standardizzazione statistica al

fine di rendere la serie confrontabile tra periodi diversi e ridurre la dipendenza dal livello medio di pubblicazioni. L'indice CBDCAI è definito come:

$$CBDCAI_t = 100 + \frac{N_t - \mu}{\sigma}$$

dove N_t indica il numero di articoli registrati nella settimana t , μ la media campionaria dei conteggi settimanali e σ la deviazione standard campionaria. La trasformazione in z-score consente di esprimere ogni osservazione in termini di deviazioni standard rispetto al regime informativo medio del campione, mentre la traslazione di +100 garantisce valori sempre positivi e più facilmente leggibili. In questo modo, l'indice misura l'intensità relativa della copertura mediatica, catturando settimane particolarmente ricche di notizie (valori superiori a 100) o particolarmente povere (valori inferiori a 100). Per l'analisi econometrica non è stato tuttavia utilizzato il livello dell'indice, ma le sue variazioni settimanali, interpretate come shock informativi inattesi. La differenziazione prima è stata calcolata come:

$$\Delta CBDCAI_t = CBDCAI_t - CBDCAI_{t-1}$$

La logica è quella di isolare l'impatto delle nuove informazioni introdotte nella settimana t , in linea con l'ipotesi che siano gli shock, e non i livelli medi di attenzione, a generare reazioni significative nei mercati finanziari.

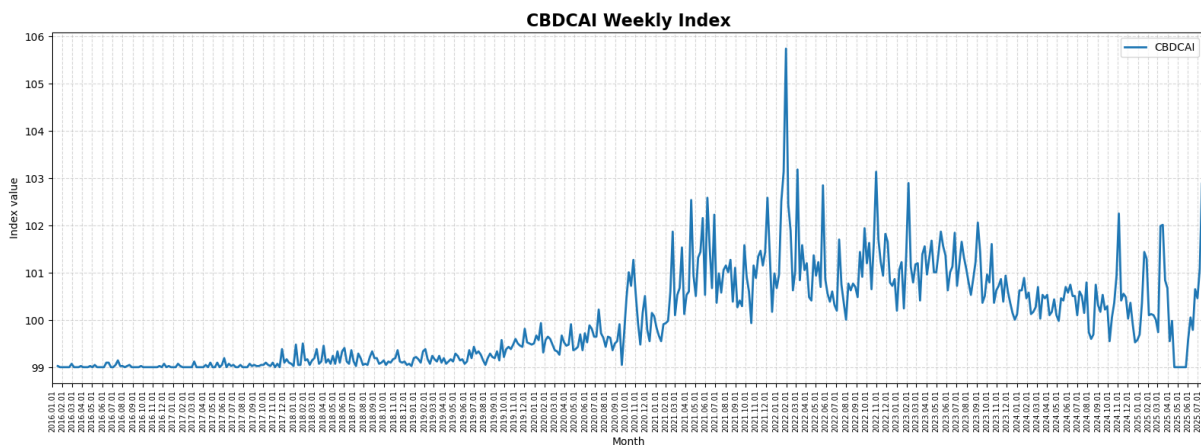


Figura 3.1: Serie storica dell'indice *CBDCAI* settimanale (2016–2025).

L'osservazione della Figura 3.1 consente di trarre alcune considerazioni

preliminari. Nella prima parte del campione (2016–2019), la copertura mediatica relativa alle CBDC è sostanzialmente assente: l'indice oscilla attorno al valore di base (99–100), con variazioni minime, riflettendo un dibattito ancora marginale e confinato a cerchie accademiche o istituzionali ristrette. A partire dal 2020, si registra invece un incremento marcato dell'attenzione, con valori progressivamente più elevati e oscillazioni più frequenti. Questa fase coincide con l'avvio di progetti sperimentali di rilievo internazionale, come il pilota dello yuan digitale (e-CNY) in Cina e il lancio della consultazione pubblica sul Digital Euro da parte della BCE. Nel grafico emergono chiaramente diversi picchi, tra cui quello particolarmente pronunciato all'inizio del 2022, che riflette un momento di intensa copertura giornalistica legata sia ai progressi nei progetti istituzionali, sia al crescente dibattito sull'impatto delle valute digitali sui sistemi di pagamento. Successivamente, l'indice mantiene un livello mediamente più elevato rispetto alla fase iniziale, ma caratterizzato da oscillazioni regolari che testimoniano la natura episodica degli shock informativi: a settimane di forte attenzione seguono spesso fasi di attenuazione, in linea con la ciclicità tipica dei flussi mediatici. Questa evidenza empirica conferma la validità della scelta metodologica: l'attenzione mediatica non solo è cresciuta progressivamente, ma mostra anche episodi ben identificabili di shock informativi, che costituiscono la base per la stima econometrica sviluppata nelle sezioni successive.

3.2.1 Dati di mercato e proxy di volatilità

Per investigare l'impatto degli shock informativi legati alle Central Bank Digital Currencies sulla stabilità finanziaria è necessario definire un indicatore di mercato che rifletta in maniera fedele e rappresentativa le dinamiche dell'azionario globale. La scelta è ricaduta sull'indice **FTSE World**, elaborato da FTSE Russell, che costituisce uno dei benchmark più autorevoli a livello internazionale. La sua ampia composizione – comprendente migliaia di titoli quotati nei principali mercati sviluppati ed emergenti – garantisce una copertura geografica e settoriale che lo rende idoneo a catturare la traiettoria complessiva dei mercati azionari mondiali. A differenza di indici più ristretti, come l'S&P 500, o regionali, come lo STOXX Europe 600, il FTSE World non risente eccessivamente delle

dinamiche di singole economie, ma riflette un quadro integrato che permette di valutare se gli shock informativi sulle CBDC abbiano un effetto sistemico e non solo locale. L'andamento dei livelli dell'indice mostra un profilo compatibile con l'evoluzione dell'economia globale nel periodo considerato. Dal 2016 al 2019 si osserva una crescita regolare, interrotta da limitati episodi di correzione. La crisi pandemica del 2020 introduce una discontinuità evidente: il FTSE World registra una caduta improvvisa, con perdite a doppia cifra in poche settimane, seguita da un rapido rimbalzo favorito dalle politiche monetarie e fiscali espansive introdotte a livello globale. Il successivo biennio (2021–2022) è caratterizzato da una fase di forte recupero, culminata in nuovi massimi storici, a cui segue una nuova correzione in corrispondenza del riemergere delle pressioni inflazionistiche e dell'avvio di un ciclo restrittivo delle principali banche centrali. Questa dinamica di lungo periodo evidenzia il ruolo del FTSE World come sintesi dell'andamento globale dei mercati finanziari, fornendo un quadro ampio entro cui collocare l'analisi empirica sugli shock informativi relativi alle valute digitali.

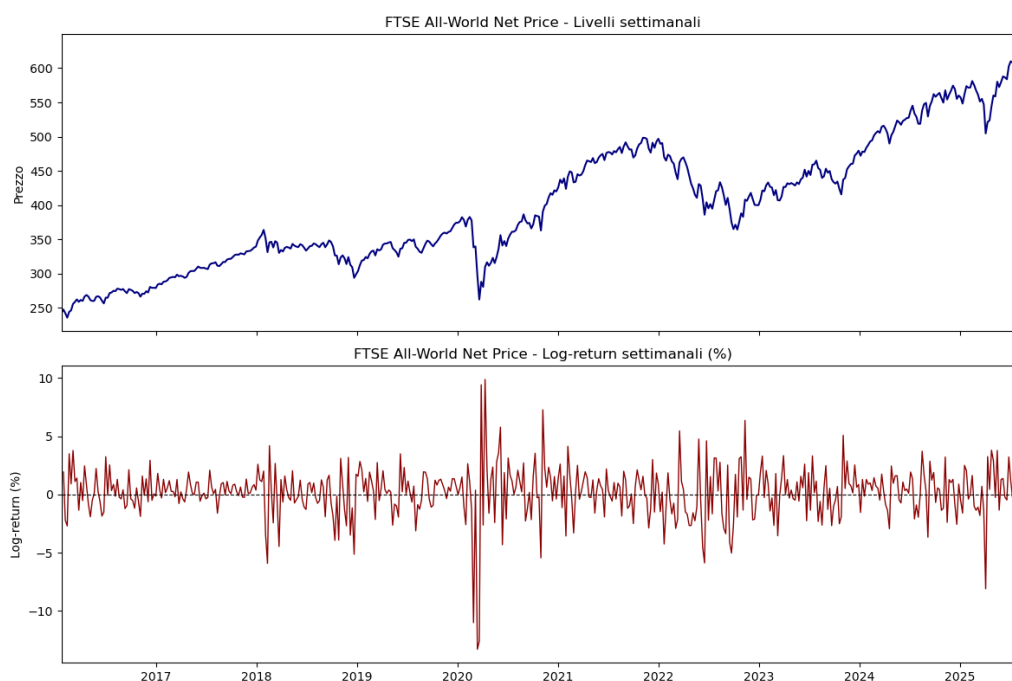


Figura 3.2: Andamento settimanale dei livelli del FTSE World e dei suoi rendimenti logaritmici (2016–2025).

A fini econometrici, i livelli dell'indice non possono essere utilizzati direttamente, poiché seguono un processo non stazionario e presentano una forte componente di trend. È dunque necessario trasformarli in rendimenti, variabile

che risulta più idonea all'analisi in quanto stazionaria e direttamente interpretabile in termini percentuali. Sono stati pertanto calcolati i **rendimenti logaritmici settimanali in percentuale**, secondo la formula:

$$FTSE_RET_t = 100 \cdot [\ln(P_t) - \ln(P_{t-1})] = 100 \cdot \Delta \ln(P_t)$$

dove P_t rappresenta il valore di chiusura dell'indice nella settimana t . L'impiego dei rendimenti logaritmici, piuttosto che dei rendimenti semplici, è ormai consolidato nella letteratura finanziaria, poiché facilita la comparabilità dei dati su orizzonti diversi, riduce il rischio di distorsioni in presenza di grandi variazioni e favorisce l'analisi in un contesto di modelli econometrici lineari. La serie dei rendimenti presenta le caratteristiche tipiche delle variabili finanziarie ad alta frequenza: distribuzione centrata attorno a zero, alternanza di periodi di calma a episodi di forte turbolenza, presenza di code pesanti rispetto alla distribuzione normale. Visivamente, i rendimenti oscillano attorno allo zero, con occasionali spike che riflettono eventi straordinari. La caduta del marzo 2020 costituisce l'episodio più evidente, con rendimenti settimanali negativi superiori al -10% , seguita da un recupero altrettanto rapido. Nel 2022 si osservano ulteriori episodi di instabilità, collegati al rialzo repentino dei tassi di interesse da parte della Federal Reserve e della BCE per contenere l'inflazione. L'obiettivo principale della mia ricerca non è però analizzare la direzione dei movimenti di mercato, bensì la loro **intensità**, ossia la misura in cui i prezzi si discostano dai livelli precedenti, indipendentemente dal segno positivo o negativo. Per catturare questo aspetto, è stata costruita una **proxy di volatilità** definita come valore assoluto dei rendimenti settimanali:

$$VOL_t = |FTSE_RET_t|$$

Questa scelta è ampiamente adottata nella letteratura empirica perché soddisfa tre requisiti fondamentali. In primo luogo, fornisce una misura semplice e immediata dell'ampiezza delle fluttuazioni, facilmente interpretabile come intensità della turbolenza. In secondo luogo, la serie risultante è sempre non negativa, condizione utile per rappresentare il concetto di volatilità in termini intuitivi. In terzo luogo, il valore assoluto dei rendimenti riflette la ben nota

proprietà del **volatility clustering**: i periodi di elevata volatilità tendono a concentrarsi in cluster temporali, come documentato dagli studi pionieristici di Mandelbrot e Fama e successivamente formalizzati nei modelli ARCH e GARCH. L’osservazione empirica della proxy di volatilità conferma la presenza di questo fenomeno. Nel periodo 2016–2019 la volatilità si mantiene su livelli contenuti, raramente superiori al 2%. Con l’arrivo della pandemia nel 2020, l’indicatore mostra un picco eccezionale, superiore al 13%, che rappresenta l’evento più estremo dell’intero campione. Successivamente, la volatilità si riduce ma non ritorna ai livelli precedenti: nel biennio 2021–2022 si osservano nuovi episodi di forte instabilità, legati alle tensioni geopolitiche, all’aumento dei prezzi dell’energia e al repentino rialzo dei tassi di interesse. Dal 2023 in avanti, l’indicatore mostra un graduale ritorno verso valori medi più contenuti, pur mantenendo una variabilità maggiore rispetto al periodo pre-pandemico.

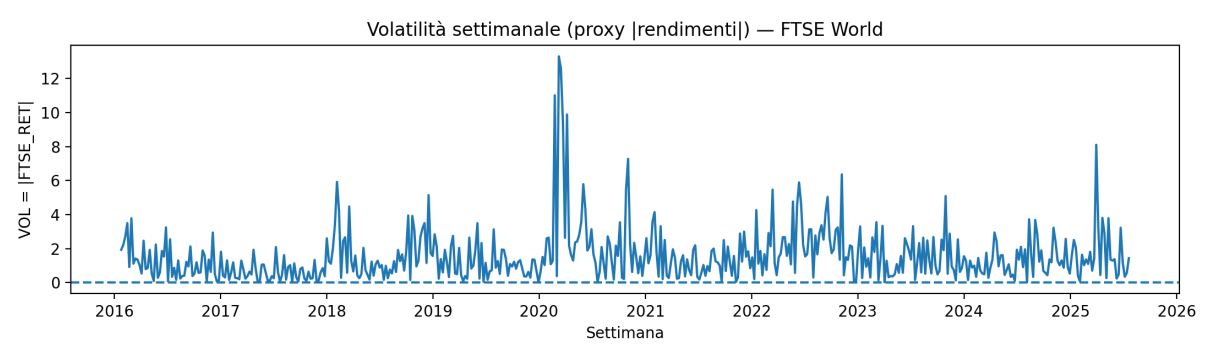


Figura 3.3: Proxy di volatilità del FTSE World: valore assoluto dei rendimenti settimanali (2016–2025).

Per completare l’analisi descrittiva, la Tabella 3.1 riporta le principali statistiche delle due variabili centrali, $FTSE_RET_t$ e VOL_t , calcolate sull’intero campione 2016–2025.

Tabella 3.1: Statistiche descrittive di $FTSE_RET$ e VOL (2016–2025).

Variabile	Obs	Media	Dev. Std.	Min	1%	5%	Mediana	95%	99%	Max
FTSE_RET (%)	500	0.19	2.21	-13.30	-5.89	-2.92	0.29	3.22	5.47	9.88
VOL (%)	500	1.55	1.58	0.01	0.03	0.12	1.22	3.95	8.11	13.30

Come emerge dalla Tabella 3.1, i rendimenti settimanali mostrano una media prossima allo zero (0,19%), in linea con l’assenza di trend sistematici nei

ritorni a breve termine, e una deviazione standard pari a 2,21 punti percentuali. L'intervallo osservato è ampio, con un minimo di $-13,3\%$ e un massimo di $+9,9\%$, a testimonianza della presenza di shock estremi. La proxy di volatilità presenta un valore medio pari a $1,55\%$, con una distribuzione asimmetrica: la mediana è $1,22\%$, mentre i percentili di coda (95° e 99°) raggiungono rispettivamente $3,95\%$ e oltre l' 8% , segnalando che nei momenti di maggiore turbolenza i mercati si discostano radicalmente dalla loro dinamica ordinaria. In conclusione, le variabili di mercato così costruite forniscono un quadro coerente con l'esperienza storica recente: un indice globale in crescita di lungo periodo, interrotto da eventi di crisi che generano forti oscillazioni nei rendimenti e picchi di volatilità persistente. Questo comportamento riflette la natura intrinsecamente instabile dei mercati finanziari internazionali e costituisce la base empirica su cui verrà applicata la metodologia econometrica delle Local Projections, al fine di verificare se e in che misura gli shock informativi sulle CBDC abbiano inciso sulla dinamica della volatilità.

3.3 Strategia econometrica: Local Projections

L'obiettivo di questa ricerca è verificare se gli shock informativi relativi alle Central Bank Digital Currencies influenzino la volatilità dei mercati finanziari globali. Per farlo, è necessario stimare in modo coerente e robusto la funzione di risposta agli impulsi (Impulse Response Function, IRF) della variabile di mercato a fronte di variazioni inattese nell'attenzione mediatica. Dopo aver costruito il dataset combinato, la scelta del modello econometrico rappresenta un passaggio cruciale.

In prima battuta, in continuità con la letteratura empirica, è stato valutato un modello VAR bivariato che includeva come variabili endogene la proxy di volatilità del FTSE World (VOL_t) e la variazione settimanale dell'indice di attenzione mediatica ($\Delta CBDCAI_t$). Tuttavia, in più specificazioni il sistema ha mostrato problemi di stabilità: alcuni autovalori risultavano maggiori dell'unità, suggerendo la non stazionarietà del processo dinamico e l'impossibilità di interpretare correttamente le IRF generate dal VAR. Questo limite metodologico ha reso necessario abbandonare l'approccio VAR e adottare una tecnica alternativa,

capace di garantire robustezza anche in presenza di instabilità. La soluzione è stata individuata nelle Local Projections (Jordà, 2005), una metodologia che negli ultimi anni si è affermata come standard per la stima di funzioni di risposta agli impulsi in macroeconomia e finanza. L'idea di base è semplice ma potente: invece di stimare un sistema congiunto di equazioni, come avviene nei VAR, si procede a stimare separatamente, per ciascun orizzonte temporale h , una regressione lineare che lega il valore futuro della variabile dipendente allo shock corrente e alle sue dinamiche passate. In questo modo, la IRF viene ottenuta in maniera diretta dai coefficienti stimati, senza dover ricorrere a ricostruzioni iterative del modello. Formalmente, per ogni orizzonte $h=0,1,\dots,H$, la specificazione stimata è la seguente:

$$VOL_{t+h} = \alpha_h + \theta_h \Delta CBDCAI_t + \sum_{i=1}^L \phi_{h,i} VOL_{t-i} + \sum_{i=1}^L \gamma_{h,i} \Delta CBDCAI_{t-i} + u_{t+h} \quad (3.1)$$

dove:

- VOL_{t+h} è la volatilità del FTSE World a distanza di h settimane dallo shock informativo;
- $\Delta CBDCAI_t = CBDCAI_t - CBDCAI_{t-1}$ rappresenta lo shock informativo nella settimana t ;
- L è il numero di ritardi inclusi per ciascuna variabile (in questa ricerca, $L = 4$ settimane, cioè circa un mese);
- θ_h è il coefficiente di interesse, che misura l'impatto medio dello shock sulla volatilità a distanza di h settimane;
- $\phi_{h,i}$ e $\gamma_{h,i}$ sono i coefficienti associati, rispettivamente, ai ritardi della volatilità e agli shock informativi, inseriti per catturare le dinamiche di breve periodo e controllare l'autocorrelazione;
- u_{t+h} è il termine di errore.

Il parametro centrale è θ_h . Per esempio, se θ_0 risultasse positivo e significativo, ciò indicherebbe che uno shock informativo sulle CBDC nella settimana t produce un aumento immediato della volatilità dei mercati nella stessa settimana. Se, al contrario, θ_2 risultasse negativo e significativo, ciò suggerirebbe che due settimane dopo lo shock si osserva una riduzione della volatilità, a segnalare un possibile effetto di riassorbimento. La sequenza dei coefficienti fornisce quindi la funzione di risposta agli impulsi, che descrive nel tempo l'evoluzione della volatilità in risposta a uno shock informativo. Il numero di ritardi incluso nella regressione è stato fissato a $L=4$, ossia un mese di osservazioni. Questa scelta è motivata da due considerazioni. Da un lato, la letteratura documenta che le serie di volatilità presentano una forte persistenza, fenomeno noto come **volatility clustering**: includere ritardi fino a quattro settimane consente quindi di controllare per la dipendenza temporale di breve periodo. Dall'altro lato, un numero eccessivo di lag avrebbe ridotto il numero effettivo di osservazioni disponibili, con il rischio di instabilità delle stime. La soluzione adottata rappresenta dunque un compromesso equilibrato tra controllo delle dinamiche di breve periodo e parsimonia del modello. L'orizzonte temporale dell'analisi è stato fissato a **12 settimane** ($H=12$), corrispondenti a circa tre mesi. Questa scelta consente di valutare non solo l'effetto immediato dello shock, ma anche la sua eventuale persistenza nel medio termine. Un orizzonte troppo breve avrebbe rischiato di catturare soltanto reazioni transitorie, mentre uno eccessivamente lungo avrebbe ridotto l'affidabilità delle stime a causa della progressiva diminuzione del numero di osservazioni utili. Ciascuna equazione è stata stimata tramite **OLS**. Per correggere la presenza di autocorrelazione e eteroschedasticità nei residui, fenomeni molto comuni nelle serie finanziarie, gli errori standard sono stati calcolati con la procedura di **Newey-West**. Più precisamente, per ciascun orizzonte h la finestra di correzione HAC è stata fissata a $\max(1, h + L/2)$, garantendo robustezza delle inferenze.

Per rendere più chiara la specificazione, è utile tradurre la formula in termini concreti usando le variabili effettive della ricerca. La regressione stimata per $h=0$, ad esempio, assume la forma:

$$VOL_t = \alpha_0 + \theta_0 \Delta CBDC AI_t + \sum_{i=1}^L \phi_{0,i} VOL_{t-i} + \sum_{i=1}^L \gamma_{0,i} \Delta CBDC AI_{t-i} + u_t. \quad (3.2)$$

dove $VOL_t = |\text{FTSE_RET}_t|$ è il valore assoluto del rendimento logaritmico settimanale del FTSE World. Analogamente, per $h = 1$ la variabile dipendente diventa VOL_{t+1} , e così via fino a VOL_{t+12} . In questo modo, per ciascun orizzonte si ottiene una stima puntuale del coefficiente θ_h .

La costruzione delle *Local Projections* segue uno schema operativo rigoroso:

1. si generano i lead della variabile dipendente VOL_{t+h} per ciascun orizzonte;
2. si calcolano i lag di entrambe le variabili (VOL e $\Delta CBDC AI$) fino a quattro settimane;
3. si rimuovono le osservazioni iniziali e finali che diventano mancanti a causa delle trasformazioni;
4. si procede alla stima delle regressioni OLS;
5. si raccolgono i coefficienti θ_h , gli errori standard e gli intervalli di confidenza.

Il risultato finale è una sequenza di valori che costituisce la funzione di risposta agli impulsi (IRF). Essa consente di valutare con immediatezza tre dimensioni fondamentali:

- **segno:** positivo o negativo, per capire se le notizie sulle CBDC aumentano o riducono la volatilità;
- **magnitudo:** l'entità dell'effetto, misurata in punti percentuali di variazione della volatilità;
- **persistenza:** la durata temporale dell'effetto, valutando se lo shock ha un impatto transitorio o duraturo.

Rispetto ad altre metodologie, le Local Projections offrono due vantaggi decisivi. In primo luogo, garantiscono una trasparenza interpretativa: ogni coefficiente θ_h rappresenta direttamente la risposta della volatilità a distanza di h settimane, evitando le complicazioni dovute alle dinamiche interne di un VAR.

In secondo luogo, le LP sono robuste a problemi di specificazione: stimando equazioni indipendenti per ciascun orizzonte, riducono la probabilità che errori di modellizzazione compromettano l'intera analisi. Questo approccio si rivela quindi particolarmente adatto al contesto in esame, caratterizzato da una variabile esogena costruita ex novo (CBDCAI) e da una proxy di volatilità con proprietà statistiche complesse. In conclusione, la scelta delle Local Projections consente di stimare in maniera chiara e rigorosa la funzione di risposta della volatilità dei mercati azionari globali agli shock informativi sulle CBDC. Questo approccio, pur essendo parsimonioso, garantisce robustezza metodologica e leggibilità dei risultati, costituendo il cuore dell'analisi empirica sviluppata in questo capitolo.

3.4 Risultati empirici e discussione

La stima delle Local Projections consente di analizzare la risposta della volatilità dei mercati azionari globali a shock informativi legati alle Central Bank Digital Currencies. La variabile di interesse è la proxy di volatilità settimanale del FTSE World, definita come valore assoluto dei rendimenti logaritmici settimanali ($VOL_t = |FTSE_RET_t|$), mentre lo shock informativo è rappresentato dalla variazione settimanale dell'indice di attenzione mediatica ($\Delta CBDCAI_t$). L'orizzonte temporale analizzato si estende dal 2016 al 2025, coprendo quasi dieci anni di osservazioni settimanali (circa 500 punti), un campione ampio che include eventi macro-finanziari di rilievo globale. I risultati numerici sono riportati nella Tabella 3.2, che elenca per ciascun orizzonte $h=0,1,\dots,12$ i coefficienti stimati θ_h , gli errori standard corretti con la procedura HAC di Newey-West, i valori t , i p-value e gli intervalli di confidenza al 95%.

Tabella 3.2: Risultati delle Local Projections: risposta della volatilità del FTSE World a uno shock di $\Delta CBDCAI$ (orizzonti settimanali $h = 0, \dots, 12$; stime OLS con errori standard HAC).

Orizzonte (h)	Coeff. θ_h	SE (HAC)	t-stat	p-value	IC 95% (inf.)	IC 95% (sup.)
0.0	0.039	0.116	0.334	0.738	-0.189	0.267
1.0	-0.069	0.147	-0.470	0.639	-0.357	0.219
2.0	0.109	0.131	0.830	0.407	-0.148	0.366
3.0	0.011	0.191	0.059	0.953	-0.364	0.387
4.0	0.010	0.127	0.076	0.939	-0.240	0.260
5.0	-0.081	0.095	-0.860	0.390	-0.267	0.104
6.0	0.200	0.150	1.329	0.184	-0.095	0.494
7.0	0.078	0.107	0.724	0.469	-0.133	0.288
8.0	-0.045	0.109	-0.414	0.679	-0.259	0.169
9.0	0.016	0.111	0.141	0.888	-0.201	0.233
10.0	0.005	0.170	0.026	0.979	-0.329	0.338
11.0	-0.006	0.095	-0.065	0.948	-0.192	0.180
12.0	-0.181	0.101	-1.786	0.074	-0.380	0.018

L'analisi dei coefficienti mostra che, all'orizzonte contemporaneo allo shock ($h = 0$), l'effetto stimato è positivo ($\hat{\theta}_0 \approx 0.04$) ma statisticamente non significativo ($p \approx 0.74$), e l'intervallo di confidenza al 95% include comodamente lo zero. Operativamente, un aumento inatteso dell'attenzione mediatica sulle CBDC non produce un incremento immediato della volatilità dei mercati globali distinguibile dal rumore statistico. All'orizzonte successivo ($h = 1$) il coefficiente stimato diventa negativo ($\hat{\theta}_1 \approx -0.07$), ma risulta anch'esso non significativo ($p \approx 0.64$). Anche agli orizzonti successivi i risultati sono coerenti: i coefficienti $\{\hat{\theta}_h\}_{h=0}^{12}$ oscillano attorno a zero, talvolta positivi e talvolta negativi, ma sempre privi di significatività statistica; le bande di confidenza al 95% comprendono sistematicamente il valore nullo. Ciò suggerisce che non vi sia un impatto sistematico delle notizie sulle CBDC sulla volatilità del *FTSE World*. Questo pattern si mantiene fino all'orizzonte massimo analizzato ($h = 12$, circa tre mesi).

Per una comprensione più immediata, la sequenza dei coefficienti stimati è rappresentata graficamente nella funzione di risposta all'impulso (*IRF*), con intervalli di confidenza al 95%.

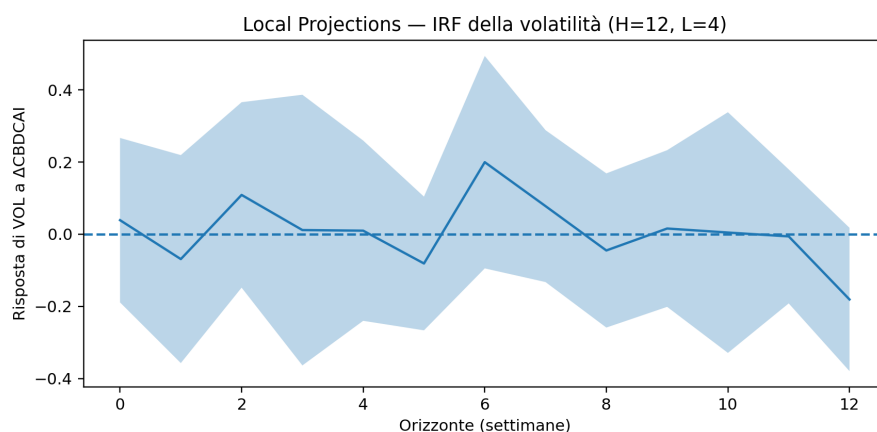


Figura 3.4: Funzione di risposta all’impulso (IRF) della volatilità del FTSE World a uno shock di $\Delta CBDCAI$ (orizzonte 0–12 settimane, periodo 2016–2025).

La Figura 3.4 conferma visivamente quanto emerso dalla tabella: la curva dei coefficienti $\hat{\theta}_h$ si mantiene vicina allo zero e non mostra un andamento persistente. Le bande di confidenza al 95% includono sempre il valore nullo, a testimonianza della non significatività statistica. Non si osservano né picchi immediati né effetti di lungo periodo, a differenza di quanto accade in altri contesti in cui shock di *policy* o di incertezza economica generano risposte nette e persistenti della volatilità.

L’interpretazione dei risultati va letta alla luce delle dinamiche osservate nelle serie storiche. La Figura 3.1 mostra che l’attenzione mediatica sulle CBDC è rimasta quasi nulla fino al 2019, per poi intensificarsi a partire dal 2020, in concomitanza con l’annuncio dei progetti pilota più importanti (e-CNY, *Digital Euro*). Gli shock informativi diventano quindi più frequenti nel periodo recente, con picchi associati a dichiarazioni ufficiali di banche centrali o alla pubblicazione di report istituzionali.

La Figura 3.3, relativa alla volatilità del *FTSE World*, racconta una storia diversa: la variabile è dominata da shock macro-finanziari globali. Il picco massimo si registra nel marzo 2020, in piena crisi pandemica, con un valore superiore al 13%, il più alto dell’intero campione. Altri episodi di elevata volatilità si osservano nel 2022, legati all’inasprimento della politica monetaria e alle tensioni geopolitiche. In confronto, gli shock informativi sulle CBDC, pur evidenti nella serie di $\Delta CBDCAI_t$, non trovano corrispondenza in variazioni sistematiche della volatilità.

A supporto di questa lettura, è stata condotta un'analisi di correlazione contemporanea tra $\Delta CBDCAI_t$ e i rendimenti settimanali del *FTSE World* ($FTSE_RET_t$).

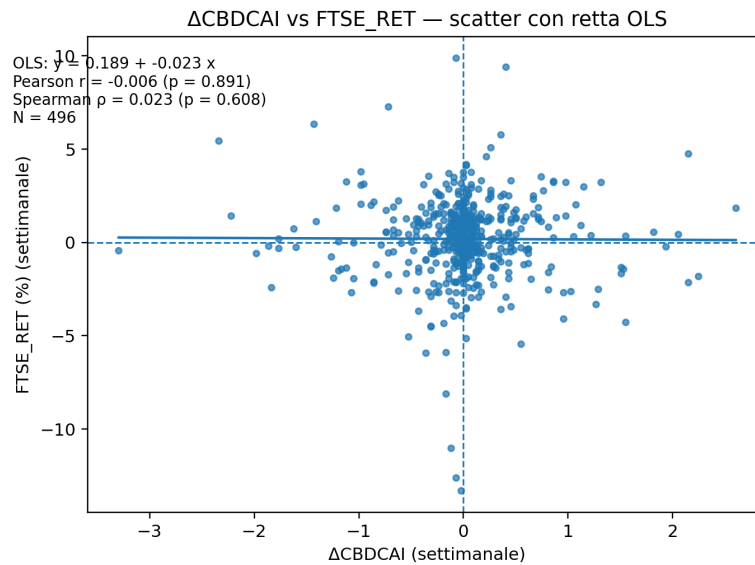


Figura 3.5: Relazione contemporanea tra shock di $\Delta CBDCAI$ e rendimenti settimanali del FTSE World (2016–2025).

Un'ulteriore evidenza preliminare è fornita dall'analisi di correlazione contemporanea tra le variazioni settimanali dell'indice di attenzione alle CBDC ($\Delta CBDCAI$) e i rendimenti logaritmici settimanali del FTSE World ($FTSE_RET$). Lo *scatter plot* con retta di regressione OLS (Figura 3.5) mostra una nuvola di punti densa intorno all'origine, senza pattern visibili di relazione lineare. La stima di regressione lineare semplice conferma che il coefficiente β associato a $\Delta CBDCAI$ risulta pari a -0.023 , un valore estremamente vicino a zero e statisticamente non significativo ($p = 0.891$). Analogamente, sia la correlazione di Pearson ($r = -0.006$, $p = 0.891$) sia quella di Spearman ($\rho = 0.023$, $p = 0.608$) non evidenziano legami significativi tra le due variabili. Questi risultati implicano che, nella stessa settimana, variazioni nell'attenzione mediatica sulle CBDC non hanno alcuna relazione sistematica con i rendimenti dell'indice azionario globale. Tale esito è coerente con quanto emerso dalle Local Projections: l'impatto di uno shock informativo non si manifesta in modo immediato e diretto, ma richiede un'analisi dinamica per essere compreso. L'esercizio descrittivo con correlazioni contemporanee rafforza quindi la conclusione generale: solo attraverso l'analisi delle funzioni di risposta all'impulso è possibile valutare in maniera adeguata se, e in quale misura, le notizie sulle CBDC influenzino i mercati finanziari globali.

L'assenza di effetti statisticamente significativi non va interpretata come un risultato banale. Al contrario, essa fornisce informazioni preziose sul modo in cui i mercati hanno recepito il tema delle valute digitali durante il periodo analizzato. In primo luogo, i risultati suggeriscono che la volatilità dei mercati globali è stata determinata principalmente da fattori macroeconomici di ampia portata: la crisi pandemica del 2020, lo shock energetico del 2021–2022, il rapido rialzo dei tassi d'interesse da parte delle principali banche centrali. Questi eventi hanno sovrastato l'impatto delle notizie sulle CBDC, che pur essendo cresciute di intensità non hanno assunto carattere sistemico. In secondo luogo, le notizie sulle CBDC sono state percepite come **informazioni prospettiche** più che come eventi immediatamente rilevanti per i mercati. Poiché nelle economie avanzate le CBDC non sono ancora operative su larga scala, le comunicazioni istituzionali e le notizie giornalistiche sono state interpretate più come segnali di policy che come driver diretti dei prezzi di mercato. In questo senso, il CBDCAI ha catturato un fenomeno in crescita, ma non ancora capace di incidere sulla dinamica della volatilità globale. Dal punto di vista accademico, i risultati sono coerenti con la letteratura che indaga il ruolo delle notizie e dell'incertezza nella formazione della volatilità. Studi come Bloom (2009) e Baker, Bloom & Davis (2016) hanno mostrato che gli shock di incertezza macroeconomica producono effetti marcati sulla volatilità dei mercati. Tuttavia, nel caso delle CBDC, l'attenzione mediatica si colloca ancora a un livello informativo meno incisivo: non si tratta di policy già operative, ma di progetti in fase di definizione. Questo spiega perché gli shock informativi non abbiano generato effetti statisticamente robusti. Altri studi (Barber & Odean, 2008) hanno evidenziato che l'attenzione mediatica può avere effetti rilevanti soprattutto nei mercati retail e in occasione di eventi dirompenti. Nel caso delle CBDC, tuttavia, l'attenzione giornalistica, pur crescente, non ha raggiunto la soglia necessaria per spostare le scelte di portafoglio su larga scala. I risultati ottenuti indicano che, nel periodo 2016–2025, gli shock informativi relativi alle CBDC non hanno inciso in modo sistematico sulla volatilità dei mercati globali. Tuttavia, questa evidenza non deve essere interpretata come definitiva. Con il passaggio da progetti pilota a implementazioni effettive, le CBDC potrebbero acquisire un ruolo più rilevante nella formazione delle aspettative degli operatori finanziari.

In tale scenario, l'attenzione mediatica potrebbe diventare una variabile capace di influenzare direttamente la volatilità, soprattutto se le valute digitali incidessero sulla liquidità dei mercati, sull'intermediazione bancaria o sulla trasmissione della politica monetaria. Sebbene i risultati non indichino la presenza di un effetto significativo delle notizie sulle CBDC sulla volatilità dei mercati azionari globali, essi forniscono una mappa chiara del fenomeno e costituiscono una base solida per futuri approfondimenti. Con l'evoluzione dei progetti di valuta digitale e la loro eventuale adozione su larga scala, sarà possibile verificare se e in quale misura il legame tra CBDC e stabilità finanziaria emergerà in modo più evidente.

3.5 Conclusioni

Il percorso di ricerca sviluppato in questa tesi ha preso le mosse da una prospettiva storica e teorica sulla moneta, mettendo in luce come la fiducia rappresenti il filo conduttore che attraversa tutte le sue evoluzioni, dalle forme-merce al contante fiat, fino ai più recenti strumenti digitali. A questa cornice si è affiancata un'analisi sistematica delle Central Bank Digital Currencies, che oggi costituiscono una delle innovazioni più discusse e promettenti nel panorama monetario e finanziario globale. Attraverso la rassegna della letteratura e delle prime esperienze internazionali, sono emerse tanto le potenzialità quanto i rischi delle CBDC: efficienza, resilienza e inclusione da un lato; possibili effetti di disintermediazione bancaria, tensioni sulla stabilità finanziaria, criticità tecnologiche e di privacy dall'altro (Auer & Böhme, 2020; Fernández-Villaverde et al., 2021; Ahnert et al., 2024). L'elemento innovativo di questa tesi è stato l'approccio empirico, che ha scelto di concentrare l'attenzione non sugli effetti diretti di CBDC ancora non implementate su larga scala, ma sul canale informativo rappresentato dall'attenzione mediatica. La costruzione di un indice originale di attenzione alle CBDC (CBDCAI), basato su quasi un decennio di dati giornalistici, ha consentito di quantificare l'evoluzione del dibattito pubblico e istituzionale sul tema e di metterla in relazione con la volatilità dei mercati finanziari globali, misurata attraverso l'indice FTSE World. L'impiego della metodologia delle Local Projections (Jordà, 2005), stimata con OLS e correzione di Newey-West, ha permesso di ottenere funzioni di risposta agli impulsi robuste

e interpretabili, superando i limiti di instabilità che avrebbero caratterizzato un approccio VAR. I risultati ottenuti mostrano che, nel periodo 2016–2025, gli shock informativi relativi alle CBDC non hanno prodotto effetti statisticamente significativi sulla volatilità dei mercati azionari globali. In termini sostantivi, questo significa che, almeno fino ad oggi, le notizie sulle valute digitali di banca centrale sono state percepite dagli operatori come informazioni prospettiche, incapaci di alterare i driver principali della volatilità, dominati da fattori macro-finanziari di portata sistemica quali la crisi pandemica, le tensioni geopolitiche e i cicli di politica monetaria. L'assenza di un effetto rilevante non deve tuttavia essere interpretata come irrilevanza del fenomeno. Al contrario, essa fornisce un messaggio preciso: finché le CBDC restano a livello di progetto o sperimentazione, l'attenzione mediatica non è sufficiente a incidere sulla dinamica dei mercati globali; tuttavia, con il passaggio a implementazioni operative nelle maggiori economie, la rilevanza del canale informativo potrà crescere in modo sostanziale. È ragionevole ipotizzare che, quando una CBDC retail o wholesale sarà effettivamente introdotta in giurisdizioni sistemiche come l'Eurozona, gli Stati Uniti o la Cina, l'attenzione dei mercati potrebbe diventare più sensibile e generare effetti più netti sulla volatilità e, in prospettiva, sulla stabilità finanziaria. Il contributo di questa ricerca è duplice. Da un lato, essa fornisce una prima evidenza empirica sulla relazione tra informazione monetaria e mercati globali in un contesto ancora inesplorato, arricchendo il dibattito accademico e istituzionale. Dall'altro, introduce uno strumento metodologico replicabile – l'indice CBDCAI e la strategia LP-OLS – che potrà essere utilizzato in futuri studi per monitorare l'evoluzione del fenomeno, anche in relazione ad altri indicatori macro-finanziari. La robustezza dei risultati negativi qui presentati non è un limite, ma una base conoscitiva da cui partire: essa chiarisce che il nesso tra CBDC e mercati finanziari non si è ancora manifestato, ma potrebbe farlo in futuro con caratteristiche e intensità che dipenderanno tanto dal disegno istituzionale delle valute digitali quanto dalla percezione di rischi e opportunità da parte degli operatori. In prospettiva, diverse estensioni di ricerca appaiono promettenti. Anzitutto, sarà utile ripetere l'analisi quando l'euro digitale, lo yuan digitale o altre CBDC sistemiche saranno effettivamente operative, per verificare se e come il canale informativo si traduca in effetti di

mercato misurabili. In secondo luogo, si potrebbe ampliare lo spettro delle variabili di interesse, includendo non solo la volatilità azionaria ma anche i mercati obbligazionari, valutari e delle criptovalute, più direttamente sensibili alle innovazioni monetarie. Infine, sarà cruciale integrare l'attenzione mediatica con misure di policy uncertainty (Baker, Bloom & Davis, 2016) o di sentire degli investitori, così da isolare con maggiore precisione i canali di trasmissione tra notizie sulle CBDC e dinamiche finanziarie. Questa tesi ha inteso offrire un contributo originale a un dibattito di crescente rilevanza, collocando le CBDC non solo come innovazione tecnica dei sistemi di pagamento, ma come potenziale driver di aspettative e stabilità nei mercati globali. I risultati, pur segnando al momento un'assenza di effetti significativi, tracciano una linea di ricerca che potrà rivelarsi cruciale negli anni a venire, quando l'esperimento delle valute digitali pubbliche passerà dalla teoria e dai piloti sperimentali alla piena realtà economica e finanziaria.

Appendice - Codice Python per la metodologia

Listing 3.1: STEP 1 — Dati & trasformazioni

```
1
2 PATH_CBDCAI      = Path("/Users/alessiodragoti/Desktop/CAPITOLO 3/CBDCAI/
   weekly_index_cbdcai.csv")
3 PATH_FTSE_XLSX   = Path("/Users/alessiodragoti/Desktop/CAPITOLO 3/FTSE/FTSE
   WORLD close price.xlsx")
4 OUT_BASE         = Path("/Users/alessiodragoti/Desktop/CAPITOLO 3/FTSE/
   lp_base_dataset.csv")
5
6 # helper: individua colonne data/valore
7 def infer_cols(df, prefer_date_keywords=("week", "date", "time")):
8     cols = list(df.columns)
9     date_col = None
10    for c in cols:
11        cl = c.lower()
12        if any(k in cl for k in prefer_date_keywords):
13            date_col = c; break
14    if date_col is None:
15        date_col = cols[0]
16    value_col = None
17    for c in cols:
18        if c != date_col:
19            value_col = c; break
20    if value_col is None:
21        value_col = cols[-1]
22    return date_col, value_col
23
24 # helper: allinea al Lunedì (WeekStart)
25 def monday_floor(dt_series: pd.Series) -> pd.Series:
26     dt = pd.to_datetime(dt_series, errors="coerce")
27     return (dt - pd.to_timedelta(dt.dt.weekday, unit="D")).dt.normalize()
28
```

```

29 # 1) CBDCAI e dCBDCAI
30 c = pd.read_csv(PATH_CBDCAI)
31 c_date, c_val = infer_cols(c)
32 c[c_date] = pd.to_datetime(c[c_date], errors="coerce")
33 c = c.dropna(subset=[c_date]).sort_values(c_date).rename(columns={c_date: "
    Week", c_val: "CBDCAI"})
34 c["CBDCAI"] = pd.to_numeric(c["CBDCAI"], errors="coerce")
35 c = c.dropna(subset=["CBDCAI"]).reset_index(drop=True)
36 c["dCBDCAI"] = c["CBDCAI"].diff()
37 c["WeekStart"] = monday_floor(c["Week"])
38
39 # 2) FTSE settimanale (closing) e FTSE_RET
40 fx = pd.read_excel(PATH_FTSE_XLSX)
41 fx.columns = [col.strip() for col in fx.columns]
42 dcol, _ = infer_cols(fx)
43 pcol = next((col for col in fx.columns if ("close" in col.lower()) or ("
    price" in col.lower()))), fx.columns[1])
44 fx[dcol] = pd.to_datetime(fx[dcol], errors="coerce")
45 fx = fx.dropna(subset=[dcol, pcol]).sort_values(dcol).reset_index(drop=True
    )
46 fx["FTSE_RET"] = 100 * np.log(pd.to_numeric(fx[pcol], errors="coerce")).
    diff()
47 f = fx.rename(columns={dcol: "Week"})[["Week", "FTSE_RET"]].dropna().
    reset_index(drop=True)
48 f["WeekStart"] = monday_floor(f["Week"])
49
50 # 3) Merge, pulizia e salvataggio
51 base = pd.merge(
52     c[["WeekStart", "CBDCAI", "dCBDCAI"]],
53     f[["WeekStart", "FTSE_RET"]],
54     on="WeekStart", how="inner"
55 ).sort_values("WeekStart").reset_index(drop=True)
56
57 base = base.replace([np.inf, -np.inf], np.nan).dropna(subset=["CBDCAI", "
    dCBDCAI", "FTSE_RET"]).reset_index(drop=True)
58 base = base.rename(columns={"WeekStart": "Week"})
59 OUT_BASE.parent.mkdir(parents=True, exist_ok=True)
60 base.to_csv(OUT_BASE, index=False)

```

Listing 3.2: STEP 2 — Parametri e dataset base

```

1
2 H = 12 # orizzonte massimo delle IRF (settimane)
3 L = 4  # numero di lag per VOL e dCBDCAI
4
5 BASE_PATH = Path("/Users/alessiodragoti/Desktop/CAPITOLO 3/FTSE/
    lp_base_dataset.csv")

```

```

6 OUT_DIR = Path("/Users/alessiodragoti/Desktop/CAPITOLO 3/FTSE")
7 OUT_DIR.mkdir(parents=True, exist_ok=True)
8
9 df = pd.read_csv(BASE_PATH, parse_dates=["Week"])
10 df = df.sort_values("Week").reset_index(drop=True)

```

Listing 3.3: STEP 3 — Design matrix per LP su VOL

```

1
2 USE_ABS = True    # True -> VOL = |FTSE_RET| ; False -> VOL = FTSE_RET**2
3
4 df = df.sort_values("Week").reset_index(drop=True).copy()
5
6 # 1) VOL
7 if USE_ABS:
8     df["VOL"] = df["FTSE_RET"].abs()
9 else:
10    df["VOL"] = df["FTSE_RET"]**2
11
12 # 2) lag
13 def add_lags(frame: pd.DataFrame, cols, L: int) -> pd.DataFrame:
14     out = frame.copy()
15     for col in cols:
16         for i in range(1, L+1):
17             out[f"{col}_lag{i}"] = out[col].shift(i)
18     return out
19
20 # 3) selezione colonne e lag
21 work = df[["Week", "VOL", "dCBDCAI"]].copy()
22 work = add_lags(work, ["VOL", "dCBDCAI"], L=L)
23
24 # 4) lead outcome per h = 0..H
25 for h in range(0, H+1):
26     work[f"VOL_lead{h}"] = work["VOL"].shift(-h)
27
28 # 5) pulizia
29 work = work.dropna().sort_values("Week").reset_index(drop=True)
30
31 # 6) salvataggio design matrix
32 OUT_DIR.mkdir(parents=True, exist_ok=True)
33 WORK_CSV = OUT_DIR / f"lp_work_VOL_H{H}_L{L}_{'ABS' if USE_ABS else 'SQ'}.csv"
34 work.to_csv(WORK_CSV, index=False)

```

Listing 3.4: STEP 4 — Stima LP e IRF

```

1

```

```

2 assert 'VOL' in work.columns and 'dCBDCAI' in work.columns
3 for i in range(1, L+1):
4     assert f'VOL_lag{i}' in work.columns
5     assert f'dCBDCAI_lag{i}' in work.columns
6 for h in range(0, H+1):
7     assert f'VOL_lead{h}' in work.columns
8
9 def lp_irf_vol(work_df: pd.DataFrame, H: int, L: int, hac_rule="auto") ->
    pd.DataFrame:
10     results = []
11     regressors = (["dCBDCAI"] +
12                  [f"VOL_lag{i}" for i in range(1, L+1)] +
13                  [f"dCBDCAI_lag{i}" for i in range(1, L+1)])
14     X = sm.add_constant(work_df[regressors])
15
16     for h in range(0, H+1):
17         y = work_df[f"VOL_lead{h}"]
18         fit = sm.OLS(y, X).fit()
19         if hac_rule == "auto":
20             nlags = max(1, h + L//2)
21         elif isinstance(hac_rule, int) and hac_rule >= 1:
22             nlags = hac_rule
23         else:
24             nlags = max(1, h + L//2)
25
26         cov = cov_hac(fit, nlags=nlags)
27         pname = "dCBDCAI"
28         b = fit.params[pname]
29         se = float(np.sqrt(cov[fit.params.index.get_loc(pname),
30                               fit.params.index.get_loc(pname)]))
31         t = b / se if se > 0 else np.nan
32         p = 2*(1 - norm.cdf(abs(t))) if np.isfinite(t) else np.nan
33         ci_low, ci_high = b - 1.96*se, b + 1.96*se
34
35         results.append({
36             "h": h, "beta": float(b), "se": se, "t": float(t), "p": float(p
37             ),
38             "ci_low": float(ci_low), "ci_high": float(ci_high),
39             "N": int(fit.nobs), "R2": float(fit.rsquared), "HAC_nlags": int
40             (nlags)
41         })
42     return pd.DataFrame(results)
43
44 lp_vol_df = lp_irf_vol(work, H=H, L=L, hac_rule="auto")
45
46 OUT_DIR = Path("/Users/alessiodragoti/Desktop/CAPITOL0 3/Step 4")

```

```
45 OUT_DIR.mkdir(parents=True, exist_ok=True)
46 LP_VOL_CSV = OUT_DIR / f"lp_irf_VOL_H{H}_L{L}.csv"
47 lp_vol_df.to_csv(LP_VOL_CSV, index=False)
```


Bibliografia

- [1] Adachi, M., Born, A., Gschossmann, I., & van der Kraaij, A. (2021). *The expanding functions and uses of stablecoins*. In European Central Bank, Financial Stability Review (November 2021).
- [2] Adrian, T., & Mancini-Griffoli, T. (2019). *The rise of digital money*. IMF Fintech Notes, 19/01. Washington: International Monetary Fund.
- [3] Ahnert, T., Hoffmann, P., Leonello, A., & Porcellacchia, D. (2024, June). *Central Bank Digital Currency and financial stability* (ECB Working Paper No. 2783). European Central Bank.
- [4] Andolfatto, D. (2021). *Assessing the impact of central bank digital currency on private banks*. Economic Journal, 131(634), 525–540.
- [5] Armelius, H., Guibourg, G., Levin, A., & Söderberg, G. (2020). *The rationale for issuing e-krona in the digital era*. Sveriges Riksbank Economic Review, 2, 6–27.
- [6] Auer, R., & Böhme, R. (2020). *The technology of retail central bank digital currency*. BIS Quarterly Review, March 2020, 85–100.
- [7] Auer, R., & Böhme, R. (2021). *Central bank digital currency: the quest for minimally invasive technology*. BIS Working Papers, No. 948.
- [8] Auer, R., Cornelli, G., & Frost, J. (2020). *Covid-19, cash, and the future of payments*. BIS Bulletin No. 3.
- [9] Auer, R., Cornelli, G., & Frost, J. (2020). *Rise of the central bank digital currencies: Drivers, approaches and technologies*. BIS Working Papers, No. 880.

- [10] Auer, R., Cornelli, G., & Frost, J. (2021). *Central bank digital currencies: motives, economic implications and the research frontier*. BIS Working Papers No. 976. Bank for International Settlements.
- [11] Auer, R., et al. (2022). *Central bank digital currencies: motives, economic implications and the research frontier*. Annual Review of Economics, 14(1), 697–721.
- [12] Auer, R., Haene, P., & Holden, H. (2021). *Multi-CBDC arrangements and the future of cross-border payments*. BIS Papers, No. 115.
- [13] Auer, R., Monnet, C., & Shin, H. S. (2021). *Permissioned distributed ledgers and the governance of money*. BIS Working Papers, No. 924.
- [14] Bache, I. W. (2020). *Central bank digital currencies and the future of payments*. Norges Bank, Speech (25 November 2020).
- [15] Baker, S. R., Bloom, N., & Davis, S. J. (2016). *Measuring economic policy uncertainty*. Quarterly Journal of Economics, 131(4), 1593–1636.
- [16] Banca Centrale Europea (2023). *Study on the payment attitudes of consumers in the euro area (SPACE) 2022*. Frankfurt: ECB.
- [17] Banca d'Italia (2017). *Le funzioni della moneta e le proposte di “moneta fiscale”*. Roma: Banca d'Italia.
- [18] Banca d'Italia (2024). *La moneta digitale emessa dalla banca centrale e il sistema bancario*. Questioni di Economia e Finanza (Occasional Papers), n.829, febbraio 2024.
- [19] Banca d'Italia. (2015, 30 gennaio). *Avvertenza sull'utilizzo delle cosiddette "valute virtuali"*.
- [20] Bank for International Settlements (2018). *Central bank digital currencies*. Basel: BIS (Committee on Payments and Market Infrastructures report).
- [21] Bank for International Settlements (2021). *CBDCs: an opportunity for the monetary system*. In BIS Annual Economic Report 2021 (Chapter III, pp. 65–84). Basel: BIS.

- [22] Bank for International Settlements (2021). *Central bank digital currencies: Financial stability implications*. Basel: BIS (Markets Committee publication No. 42).
- [23] Bank for International Settlements (2022). *Central bank digital currencies: a new tool in the financial inclusion toolkit?* FSI Insights on Policy Implementation No. 41. Basel: BIS.
- [24] Bank for International Settlements (2023). *Digital payments make gains but cash remains*. CPMI Statistics Brief No. 1, January.
- [25] Bank for International Settlements (2024). *Fast payments: design and adoption*. BIS Quarterly Review, March 2024.
- [26] Bank for International Settlements. (2020). *Central banks and payments in the digital era*. In Annual Economic Report 2020 (pp. 67–91).
- [27] Bank of Canada. (2020). *Contingency Planning for a Central Bank Digital Currency*. Bank of Canada Staff Discussion Paper 2020-4.
- [28] Bank of England (2020). *Why does money depend on trust?* Bank of England Explainer, 19 May 2020.
- [29] Bank of England. (2020). *Central Bank Digital Currency: Opportunities, challenges and design*. Discussion Paper, March.
- [30] Bank of England. (2025, February 27). *What is money?*
- [31] Bank for International Settlements [BIS]. (2023). *Annual Economic Report 2023. Chapter III: Blueprint for the future monetary system: Improving the old, enabling the new*. BIS.
- [32] Bank for International Settlements [BIS]. (2023). *CBDCs: Ongoing projects and exploratory work*.
- [33] Barber, B. M., & Odean, T. (2008). *All that glitters: The effect of attention and news on the buying behavior of individual and institutional investors*. Review of Financial Studies, 21(2), 785–818.

- [34] Barontini, C., & Holden, H. (2019). *Proceeding with caution – a survey on central bank digital currency*. BIS Papers, No. 101.
- [35] Baughman, G., Carapella, F., Gerszten, J., & Mills, D. C. (2022). *The stable in stablecoins*. FEDS Notes. Washington: Board of Governors of the Federal Reserve System (16 Dec 2022).
- [36] Bindseil, U., & Panetta, F. (2020). *Tiered CBDC and the financial system*. ECB Working Paper Series No. 2351. Frankfurt: European Central Bank.
- [37] Bindseil, U., Panetta, F., & Terol, I. (2021). *Central Bank Digital Currency: functional scope, pricing and controls*. ECB Occasional Paper, No. 286.
- [38] Bloom, N. (2009). *The impact of uncertainty shocks*. *Econometrica*, 77(3), 623–685.
- [39] Boar, C., & Wehrli, A. (2021). *Ready, steady, go? – Results of the third BIS survey on central bank digital currency*. BIS Papers, No. 114.
- [40] Boar, C., Holden, H., & Wadsworth, A. (2020). *Impending arrival – a sequel to the survey on central bank digital currency*. BIS Papers, No. 107.
- [41] Bogaard, H., Doerr, S., Jonker, N., Kiefer, H., Koltukcu, O., Lopez, C., Ornelas, J. R. H., Rambharat, R., Röhrs, S., Teppa, F., van Bruggen, F., & Vansteenberghe, E. (2024, June 7). *Literature review on financial technology and competition for banking services* (Basel Committee on Banking Supervision Working Paper No. 43). Bank for International Settlements.
- [42] Bolt, W., & Humphrey, D. (2005). *The Effect of Transaction Pricing on the Adoption of Electronic Payments: A Cross-Country Comparison*. *International Journal of Central Banking*, 1(1), 89-123.
- [43] Bordo, M. D. (2021). *Central Bank Digital Currency in Historical Perspective: Another Crossroad in Monetary History*. NBER Working Paper No. 29171. National Bureau of Economic Research.

- [44] Bordo, M., & Levin, A. (2017). *Central bank digital currency and the future of monetary policy*. National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper No. 23711.
- [45] Brainard, L. (2020a). *Digital Currencies, Stablecoins, and the Evolving Payments Landscape*. Speech at Stanford Graduate School of Business.
- [46] Brainard, L. (2020b). *An Update on Digital Currencies*. Speech at the Federal Reserve Board and Federal Reserve Bank of San Francisco's Innovation Office Hours.
- [47] Brunnermeier, M. K., & Niepelt, D. (2019). *On the equivalence of private and public money*. *Journal of Monetary Economics*, 106, 27–41.
- [48] Brunnermeier, M. K., & Payne, J. (2021). *Central bank digital currency, FinTech, and private money creation*. In D. Niepelt (Ed.), *Central Bank Digital Currency: Considerations, Projects, Outlook* (pp. 135–146). London: CEPR Press.
- [49] Brunnermeier, M., James, H., & Landau, J.-P. (2019). *The Digitalization of Money*. NBER Working Papers, No. 26300.
- [50] Burlon, L., Ferrari, M. M., Pintus, P., & Weber, A. A. (2022). *CBDC and bank lending*. ECB Working Paper Series No. 2702. Frankfurt: European Central Bank.
- [51] Carapella, F., & Flemming, J. (2020). *Central Bank Digital Currency: A Literature Review*. FEDS Notes, Board of Governors of the Federal Reserve System.
- [52] Carstens, A. (2018). *Money in the digital age: what role for central banks?* Lecture at Goethe University Frankfurt, 6 Feb 2018. Basilea: Banca dei Regolamenti Internazionali (BIS).
- [53] Carstens, A. (2019). *The future of money and the payment system: what role for central banks?* Lecture, Princeton University (December 2019).
- [54] Central Bank of Nigeria [CBN]. (2021). *Design Paper for the eNaira*.

- [55] Cerrato, E., Detto, E., Natalizi, D., Semorile, F., & Zuffranieri, F. (2024). *I fornitori di tecnologia nel sistema dei pagamenti: evoluzione di mercato e quadro normativo*. Banca d'Italia, Mercati Infrastrutture e Sistemi di Pagamento No. 47.
- [56] Chiu, J., & Rivadeneyra, F. (2021). *Money market and monetary policy with CBDC: Banking or not banking?* Bank of Canada Staff Working Paper 2021-62.
- [57] Chiu, J., Davoodalhosseini, M., Jiang, J., & Zhu, Y. (2019). *Central bank digital currency and banking*. Bank of Canada Staff Working Paper 2019-20.
- [58] Committee on Payments and Market Infrastructures (CPMI), IMF & World Bank. (2021). *Joint report to the G20 – Central bank digital currencies for cross-border payments*.
- [59] Consultative Group on Risk Management. (2023, November). *Central bank digital currency (CBDC) information security and operational risks to central banks* (BIS Other Publications No. 81). Bank for International Settlements.
- [60] CPMI-MC (Committee on Payments and Market Infrastructures – Markets Committee) (2018). *Central bank digital currencies*. Bank for International Settlements, March 2018.
- [61] Dark, C., Rogerson, E., Rowbotham, N., & Wallis, P. (2022). *Stablecoins: Market Developments, Risks and Regulation*. RBA Bulletin, dicembre 2022, 43-57.
- [62] De Bonis, R., & Ferrero, G. (2022). *Technological progress and institutional adaptations: the case of the Central Bank Digital Currency (CBDC)*. Banca d'Italia Occasional Paper, No. 690.
- [63] Demirgüç-Kunt, A., Klapper, L., Singer, D., & Ansar, S. (2022). *The Global Findex Database 2021: Financial Inclusion, Digital Payments, and Resilience in the Age of COVID-19*. World Bank.

- [64] Di Iorio, A., Kosse, A., & Mattei, I. (2024). *Embracing diversity, advancing together – Results of the 2023 BIS survey on CBDCs and crypto*. BIS Paper No. 147.
- [65] Doepke, M., & Schneider, M. (2017). *Money as a unit of account*. *Econometrica*, 85(5), 1537–1574.
- [66] ECB. (2020). *Report on a digital euro*. European Central Bank, October 2020.
- [67] Engert, W., & Fung, B. (2017). *Central Bank Digital Currency: Motivations and Implications*. Bank of Canada Staff Discussion Paper, No. 2017-16.
- [68] European Central Bank (2023b). *Central Bank Digital Currency and Financial Stability*. ECB Working Paper Series No. 2783. (Authors: J. Jametti, M. Liquebin, et al.)
- [69] European Central Bank [ECB]. (2021). *Eurosystem report on the digital euro*. ECB.
- [70] European Central Bank [ECB]. (2023). *Progress on the investigation phase of a digital euro – second report*. ECB.
- [71] Fan, Y. (2022). *China’s Digital Yuan: Progress, Challenges, and Outlook*. *International Journal of Central Banking*, 18(3), 335-373.
- [72] Fernández-Villaverde, J., Sanches, D., Schilling, L., & Uhlig, H. (2021). *Central bank digital currency: Central banking for all?* *Review of Economic Dynamics*, 41, 225–242.
- [73] Financial Stability Board (FSB). (2020). *Regulation, Supervision and Oversight of “Global Stablecoin” Arrangements*.
- [74] Frisby, D. (2016). *Zimbabwe’s trillion-dollar note: from worthless paper to hot investment*. *The Guardian*, 14 May 2016.
- [75] G7 Working Group on Stablecoins. (2019). *Investigating the impact of global stablecoins*. Bank for International Settlements Report.

- [76] Georgarakos, D., Kenny, G., Laeven, L., & Meyer, J. (2024, March). *Consumer attitudes towards a central bank digital currency* (ECB Working Paper No. 3035). European Central Bank.
- [77] Ghizoni, S. K. (2013, November 22). *Nixon Ends Convertibility of U.S. Dollars to Gold and Announces Wage/Price Controls*. Federal Reserve History.
- [78] Gorton, G. B., Ross, C. P., & Ross, S. Y. (2021). *Making Money*. (NBER Working Paper No. 29710). Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- [79] Group of Central Banks (Bank of Canada, ECB, Bank of Japan, Sveriges Riksbank, Swiss National Bank, Bank of England, Federal Reserve) & BIS (2020). *Central bank digital currencies: foundational principles and core features*. Report No.1, October 2020.
- [80] Guan, H., Palma, N., & Wu, M. (2024). *The rise and fall of paper money in Yuan China, 1260–1368*. VoxEU Column, Centre for Economic Policy Research, 23 Mar 2024.
- [81] IMF. (2020). *Digital Money Across Borders: Macro-Financial Implications*. Policy Paper, No. 2020/050.
- [82] Infante, S., Kim, K., Orlik, A., Silva, A., & Tetlow, R. (2022). *The macroeconomic implications of CBDC: A review of the literature*. FEDS Working Paper No. 2022-076. Washington: Board of Governors of the Federal Reserve.
- [83] International Monetary Fund [IMF]. (2023). *Nigeria: Selected Issues* (IMF Country Report No. 23/90).
- [84] Jack, W., & Suri, T. (2014). *Risk Sharing and Transactions Costs: Evidence from Kenya's Mobile Money Revolution*. Quarterly Journal of Economics, 129(4), 1755-1790.

- [85] Jonker, N., & Kosse, A. (2022). *The interplay of financial education, financial inclusion and financial stability and the role of Big Tech*. Journal of Banking and Finance, 140, 106881.
- [86] Jordà, Ò. (2005). *Estimation and inference of impulse responses by local projections*. American Economic Review, 95(1), 161–182.
- [87] Kansas City Fed (Hayashi, F., & Toh, H.). (2022). *Assessing the case for retail CBDCs: Central banks' considerations*. Payments System Research Briefing, May 2022.
- [88] Keister, T., & Sanches, D. (2019). *Should central banks issue digital currency?* FRB Philadelphia Working Paper No. 19-26.
- [89] Kocherlakota, N. (1998). *Money is memory*. Journal of Economic Theory, 81(2), 232–251.
- [90] Koonprasert, T. T., Kanada, S., Tsuda, N., & Reshidi, E. (2024, September). *Central Bank Digital Currency Adoption: Inclusive Strategies for Intermediaries and Users* (IMF Fintech Note No. 2024/005). International Monetary Fund.
- [91] Kosse, A., Glowka, M., Mattei, I., & Rice, T. (2023). *Will the real stablecoin please stand up?* (BIS Papers No. 141). Basilea: Bank for International Settlements.
- [92] Kumhof, M., & Noone, C. (2018). *Central bank digital currencies: design principles and balance sheet implications*. Bank of England Working Paper No. 725.
- [93] Lagos, R., & Zhang, S. (2019). *Modern Money: the influence of 21st century fintech on money and payments systems*. Banco Central do Brasil Working Paper.
- [94] Lyons, R. K., & Viswanath-Natraj, G. (2020). *What Keeps Stablecoins Stable?* (NBER Working Paper No. 27136). Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.

- [95] Mancini-Griffoli, T., Peria, M. S. M., Agur, I., Ari, A., Kiff, J., Popescu, A., & Rochon, C. (2018). *Casting Light on Central Bank Digital Currency*. IMF Staff Discussion Notes No. 2018/08. International Monetary Fund.
- [96] Mankiw, N. G. (2019). *Principles of Economics* (8a ed.). Boston: Cengage. (Definizione generale di moneta e sue funzioni).
- [97] MAS (Monetary Authority of Singapore). (2021). *CBDC Survey Results and Insights*. Report in collaboration with IMF Fintech.
- [98] Misch, F. (2021, March). *The pros and cons of central bank digital currency: Insights from the Riksbank's e-krona project*. In *Sweden: Selected Issues* (IMF Country Report No. 21/62, pp. 2–11). International Monetary Fund.
- [99] Monnet, E., Riva, A., & Ungaro, S. (2022). *Flight-to-safety and the 1930–31 French banking crisis: Lessons for CBDC?* CEPR Discussion Paper No. 16916.
- [100] Norges Bank. (2021). *No pressing need for a digital krone*. Press Release, November 2021.
- [101] Panetta, F. (2021). *A digital euro to meet the expectations of Europeans*. Speech at ECON Committee of European Parliament (14 April 2021).
- [102] Panetta, F. (2021). *Evolution or revolution? The impact of a digital euro on the financial system*. Lecture, London School of Economics, 10 February 2021 (European Central Bank).
- [103] People's Bank of China [PBoC]. (2021). *Progress of Research & Development of E-CNY in China*. Working Paper.
- [104] Ree, J. (2023, May). *Nigeria's eNaira, one year after* (IMF Working Paper No. 23/104). International Monetary Fund.
- [105] Riksbank (Sveriges). (2020). *The e-krona pilot – Report Phase 1*. Sveriges Riksbank.

- [106] Riksbank (Sveriges). (2023). *The Riksbank's e-krona pilot – Report Phase 3*. Sveriges Riksbank.
- [107] Rochet, J.-C., & Tirole, J. (2003). *Platform Competition in Two-Sided Markets*. Journal of the European Economic Association, 1(4), 990-1029.
- [108] Rogoff, K. (2016). *The Curse of Cash*. Princeton University Press.
- [109] Saka, O., et al. (2021). *Pandemics change the payment habits: evidence from the Spanish Flu*. Economics Letters, 199.
- [110] Sand Dollar. (2023). *Project Sand Dollar Official Website*. Central Bank of The Bahamas.
- [111] Schnabel, I., & Shin, H. S. (2018). *Money and trust: lessons from the 1620s for money in the digital age*. BIS Working Paper No. 698. Basilea: Banca dei Regolamenti Internazionali.
- [112] Shin, H. S. (2021). *Central banks and the new world of payments*. BIS Annual Economic Report, Chapter III.
- [113] Söderberg, G. (2019). *What is money and what type of money would an e-krona be?* Economic Review, Sveriges Riksbank, 2, 17–28.
- [114] Sveriges Riksbank. (2024, March 14). *Payments Report 2024*.
- [115] Tinn, K., & Dubach, C. (2024). *(Central Bank) Digital Currency with Asymmetric Privacy*. Working paper, Columbia University.
- [116] Wang, Y., Li, Y., & Luo, J. (2022). *Media attention to central bank digital currencies and financial markets*. Journal of International Money and Finance, 120, 102520.
- [117] Williams, J. C. (2021). *Private Money and Central Bank Money as Payments Go Digital: an Update on CBDCs*. Speech at IMF Seminar (July 2021).

- [118] World Bank & International Monetary Fund (2020). *Central Bank Digital Currency: Opportunities, challenges and design*. Washington: IMF (joint report, March 2020).
- [119] World Economic Forum [WEF]. (2020). *The Bahamas launches world's first CBDC*.
- [120] Yermack, D. (2015). *Is Bitcoin a Real Currency? An economic appraisal*. Journal of Economic Perspectives, 29(2), 213–238.
- [121] Yermack, D. (2018). *The future of central bank money*. Journal of Economic Perspectives, 29(2), 91–114.

