



Università
Ca' Foscari
Venezia

Corso di Laurea magistrale
in Economia e Finanza

Tesi di Laurea

**Rischio geopolitico e volatilità comune nel settore
finanziario europeo: un'analisi empirica tramite il
modello CoVol**

Relatrice

Ch.ma Prof.ssa Monica Billio

Laureando

Marco Sanson

Matricola 974969

Anno Accademico

2025 / 2026

Alla mia famiglia

ABSTRACT

Negli ultimi anni, il rischio geopolitico è stato riconosciuto come una delle minacce più rilevanti per la stabilità del sistema finanziario globale, ricevendo crescente attenzione da parte di investitori, *policy makers* e istituzioni internazionali. A causa dell'elevata interdipendenza del sistema finanziario, gli shock geopolitici generano ripercussioni sistemiche, come l'aumento delle probabilità di default delle controparti bancarie o la contrazione del credito; la loro quantificazione risulta tuttavia complessa per l'intrinseca imprevedibilità degli eventi avversi. Coerentemente, la letteratura empirica associa il rischio geopolitico ad una maggiore volatilità nei mercati energetici e azionari e ad una ridotta stabilità bancaria e creditizia.

Il presente lavoro di tesi si occupa di studiare la rilevanza del rischio geopolitico all'interno del mercato finanziario e individuare le misure più adatte a quantificarlo. L'analisi confronta la metrica *text-based* più diffusa, ovvero l'indice GPR di Caldara e Iacoviello, con gli indicatori di tipo *market-based*, focalizzandosi sul modello CoVol, applicato ai titoli delle principali società finanziarie europee. Tramite l'Analisi delle Componenti Principali (PCA), il modello CoVol estrae un fattore latente di volatilità comune in grado di cogliere tempestivamente le aspettative degli investitori. I risultati empirici mostrano che il CoVol reagisce prontamente ai principali eventi di stress sistemico dell'ultimo decennio; tuttavia, la stima tramite regressione OLS rivela che l'indice GPR non risulta statisticamente significativo nel descrivere le variazioni del CoVol, riconducibili invece ad altri fattori di rischio di mercato. Nel campione considerato, quindi, il CoVol risulta sensibile agli shock comuni ma non isola in modo autonomo il fattore geopolitico. Ciò suggerisce che gli approcci *market-based* e *text-based* possano essere complementari: i primi per rilevare la trasmissione immediata degli shock esogeni sui prezzi, i secondi per ricondurre tali shock alla loro natura e origine.

Sommario

<u>INTRODUZIONE.....</u>	<u>9</u>
DICHIARAZIONE DEL RICORSO A STRUMENTI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE (IA)	12
<u>CAPITOLO 1 – IL RISCHIO GEOPOLITICO NEL SISTEMA FINANZIARIO: LO STATO DELL’ARTE</u>	<u>13</u>
1.1 LA DEFINIZIONE DI RISCHIO GEOPOLITICO	13
1.2 I CANALI DI TRASMISSIONE	15
1.3 MISURARE IL RISCHIO GEOPOLITICO	19
1.3.1 L’INDICE GPR	20
<u>CAPITOLO 2 – REVISIONE DELLA LETTERATURA SULL’ESPOSIZIONE AL RISCHIO GEOPOLITICO</u>	<u>31</u>
2.1 L’IMPATTO SUI MERCATI ENERGETICI E AZIONARI.....	31
2.2 L’IMPATTO SUL SETTORE BANCARIO	43
<u>CAPITOLO 3 – IL MODELLO COVOL</u>	<u>57</u>
3.1 SPECIFICAZIONE DEL MODELLO.....	59
3.2 APPLICAZIONE AL SETTORE FINANZIARIO	60
3.2.1 DESCRIZIONE DEI DATI	61
3.2.2 ANALISI E RISULTATI	62
<u>CAPITOLO 4 – I FATTORI DETERMINANTI DEL COVOL</u>	<u>75</u>
4.1 ANALISI GRAFICA	77
4.2 CORRELAZIONI	78
4.3 REGRESSIONE OLS	79
<u>CONCLUSIONI.....</u>	<u>83</u>
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	<u>87</u>
<u>RIFERIMENTI WEB</u>	<u>90</u>
<u>APPENDICE A</u>	<u>91</u>
<u>APPENDICE B</u>	<u>93</u>

INTRODUZIONE

Il contesto geopolitico degli ultimi anni, caratterizzato da tensioni diplomatiche e commerciali crescenti, incertezza politica ed economica, vulnerabilità del mercato dell'energia, pressioni sociali e avvento di nuove tecnologie, ha portato al centro del dibattito economico il tema del rischio geopolitico. Si tratta di una fonte di rischio non tradizionale per il settore del *risk management* che sta ricevendo un'attenzione crescente a causa della sua capacità di incidere sulle imprese e sul settore finanziario europeo in maniera improvvisa e significativa.

Se ne occupano diverse istituzioni internazionali. Il World Economic Outlook del Fondo Monetario Internazionale di aprile 2026¹ ha sottolineato che l'attività economica globale è messa alla prova dal conflitto in Medio Oriente, con rischi concreti legati alla frammentazione geopolitica, al riacutizzarsi delle tensioni commerciali, all'incertezza sulla produttività dovuta all'avvento dell'intelligenza artificiale e alle vulnerabilità del debito pubblico. Analogamente, l'OCSE² sottolinea come le interruzioni energetiche, inclusi i rischi legati alle spedizioni attraverso lo Stretto di Hormuz e alle infrastrutture energetiche, possano far aumentare i costi, indebolire la domanda e prolungare le pressioni inflazionistiche. Il Global Risks Report 2026 del World Economic Forum³ identifica lo scontro geoeconomico come il principale rischio globale nel breve termine, seguito dal conflitto interstatale, gli eventi meteorologici estremi, la polarizzazione sociale e la disinformazione.

Questo elaborato si occupa di indagare la rilevanza del rischio geopolitico all'interno del sistema finanziario europeo e di individuare e confrontare le misure più adatte a quantificarlo. Il tema di ricerca nasce da una peculiarità di questa fonte di rischio: la sua imprevedibilità circa il verificarsi di eventi avversi e l'ampia varietà dei possibili scenari futuri. Infatti, gli eventi rilevanti in termini geopolitici, come guerre, terrorismo, tensioni politiche e diplomatiche, *regime change* e introduzione di dazi commerciali si verificano spesso inaspettatamente e possono dare origine a rapide *escalation*. Questo li rende

¹ International Monetary Fund (2026), *World Economic Outlook: Global Economy in the Shadow of War*, Washington, DC

² OECD (2026), *OECD Economic Outlook, Interim Report March 2026: Testing Resilience*, Parigi, OECD Publishing

³ World Economic Forum (2026), *Global Risks Report 2026* (21st ed.), Ginevra

difficili da modellare in base ai dati storici, come invece accade per i rischi di mercato e di credito tradizionali. Tuttavia, il rischio geopolitico sembra avere un impatto concreto sull'economia reale, poiché è legato a minori investimenti e ad interruzioni nelle catene di approvvigionamento, e sui mercati finanziari, alla luce del fatto che esso è associato ad una maggiore avversione al rischio degli investitori e ad una volatilità più accentuata. Inoltre, a causa dell'elevata interdipendenza del sistema finanziario, gli shock geopolitici generano ripercussioni sistemiche che si traducono nell'aumento delle probabilità di default per le controparti bancarie, nell'innalzamento dei premi per il rischio per gli investitori e nella contrazione del credito.

La letteratura economica ha proposto diverse misure di incertezza economica e geopolitica, basate principalmente o sull'analisi testuale di articoli di stampa e riviste specializzate (cosiddette misure *text-based*), o sull'andamento dei prezzi dei titoli, alla luce del fatto che, secondo l'ipotesi di efficienza del mercato, essi racchiudono già tutte le informazioni disponibili sul mercato al momento della loro osservazione (cosiddette misure *market-based*). La principale misura *text-based*, il Geopolitical Risk Index di D. Caldara e M. Iacoviello, è il principale strumento per l'analisi econometrica in questo campo. Alcuni tra i principali risultati empirici, che verranno discussi più approfonditamente nel prosieguo di questo elaborato, indicano che il rischio geopolitico è associato a un aumento dei prezzi del petrolio e delle altre *commodity* energetiche, con effetti che si trasmettono al mercato azionario in modo non univoco, bensì dipendente dalle condizioni prevalenti del mercato (ribassista o rialzista). Più evidente è il dato sulla volatilità: il rischio geopolitico aumenta la volatilità del prezzo del petrolio e del mercato azionario, nonostante l'effetto si sia attenuato nel XXI secolo grazie alla maggiore resilienza del mercato, dovuta allo sviluppo dei derivati sul petrolio. Inoltre, il rischio geopolitico è associato ad una minore stabilità bancaria, ad una crescita del credito ridotta ed a condizioni sui prestiti più onerose.

Tra le misure *market-based*, il modello Co-Volatility (abbreviato CoVol) di R. Engle e S. Campos-Martins è il più diffuso, ed è stato implementato in questo elaborato con lo scopo di analizzare e comprendere la natura degli shock improvvisi di volatilità comuni a più titoli sul mercato azionario. L'aspetto più originale di questa applicazione risiede nel focus specifico sul settore finanziario europeo, che ha avuto storicamente un forte impatto sistemico sull'economia reale. Il modello estrapola un fattore latente di volatilità comune

attraverso l'Analisi delle Componenti Principali (PCA), in grado di cogliere tempestivamente i movimenti simultanei di più asset finanziari. Il campione è formato dai prezzi delle azioni delle più importanti società finanziarie quotate europee, ovvero banche, assicurazioni e società di investimento comprese nell'Euro STOXX Financials. Il periodo considerato va da novembre 2017 a febbraio 2026, con frequenza giornaliera, e l'analisi è stata effettuata attraverso il software statistico R.

I risultati dell'applicazione empirica mostrano che il CoVol reagisce prontamente ai principali eventi di stress sistemico dell'ultimo decennio. Per indagarne i fattori determinanti, è stata condotta un'analisi di regressione nella quale le variabili esplicative sono state scelte in modo da rappresentare le fonti di incertezza economica, geopolitica e finanziaria, attraverso misure sia *text-based* sia *market-based*; in base alle stime ottenute, il CoVol si dimostra essere una misura in grado di intercettare le reazioni istantanee del mercato agli shock comuni, ma poco efficace nell'isolare il fattore di rischio geopolitico.

La struttura del lavoro è la seguente. Nel primo capitolo viene trattato il tema del rischio geopolitico, partendo dalla definizione e indagandone i canali di trasmissione, per poi presentarne i principali indicatori. Nel secondo, vi è una rassegna di alcuni dei più importanti articoli scientifici che indagano sia la relazione tra rischio geopolitico e mercato energetico e azionario, sia quella tra rischio geopolitico e settore bancario. Nel terzo capitolo, viene implementato il modello CoVol: viene seguita la procedura indicata nel paper originale di R. Engle e S. Campos-Martins (2022) e vengono commentati i risultati relativi al fattore comune di volatilità e i *loadings* per ciascuna azienda. Infine, nel quarto capitolo vi è l'indagine dei fattori che influenzano il movimento del CoVol tramite regressione OLS.

Il lavoro è corredato da due appendici. Nella prima vi è l'elenco delle aziende che costituiscono il campione nel capitolo 3, mentre nella seconda vi è l'analisi statistica preliminare delle variabili esogene e della variabile endogena utilizzate nel capitolo 4.

Dichiarazione del ricorso a strumenti di Intelligenza Artificiale (IA)

Il sottoscritto Marco Sanson, matricola numero 974969, iscritto presso Ca' Foscari al corso di Laurea magistrale in Economia e Finanza, autore della tesi di laurea “Rischio geopolitico e volatilità comune nel settore finanziario europeo: un’analisi empirica tramite il modello CoVol”, relatrice prof.ssa Monica Billio, consapevole delle sanzioni previste dall’art. 76 del Testo unico, D.P.R. 28/12/2000 n.445, e della decadenza dei benefici prevista dall’art. 75 del medesimo Testo unico in caso di dichiarazioni false o mendaci, sotto la propria personale responsabilità ai sensi degli artt. 46 e 47 del D.P.R. 28/12/2000 n. 445,

DICHIARA

di aver fatto ricorso a tecnologie di intelligenza artificiale generativa per supportare vari aspetti della ricerca e della scrittura del suo elaborato finale/della mia tesi di laurea, in particolare:

- Gemini 3.6
- Claude Sonnet 5

Per le seguenti finalità:

- Revisione e ottimizzazione dei testi per migliorare chiarezza e coerenza;
- Supporto per l'implementazione e il debug del codice in linguaggio R e per il miglioramento della resa grafica delle figure da esso prodotte.

DICHIARA INOLTRE

che tutto il materiale generato dall'IA è stato attentamente verificato, rivisto e rielaborato dall'autore/dall'autrice, che si assume la piena responsabilità per la qualità, l'accuratezza e l'integrità scientifica del lavoro.

CAPITOLO 1 – Il rischio geopolitico nel sistema finanziario: lo stato dell'arte

1.1 La definizione di rischio geopolitico

Per studiare la rilevanza del rischio geopolitico all'interno del sistema economico è opportuno iniziare dal comprenderne il significato e le caratteristiche. Non esiste un'unica definizione di rischio geopolitico, ma quella più adottata dal mondo accademico e dalle autorità di vigilanza è quella fornita da Caldara e Iacoviello (2022), che lo definiscono come “threat, realization, and escalation of adverse events associated with wars, terrorism, and any tensions among states and political actors that affect the peaceful course of international relations” (p. 1194). Quindi, il rischio geopolitico è legato non solo alla realizzazione, ma anche alla minaccia del verificarsi di un evento avverso, che possa compromettere le relazioni pacifiche tra Stati o agenti politici. Anche la definizione di evento avverso non si limita ad atti di guerra o terrorismo, ma spazia su qualunque forma di tensione politica e diplomatica nelle relazioni internazionali; incorpora, quindi, sia gli aspetti storici del rischio geopolitico (ad esempio, conflitti militari) sia questioni geopolitiche più recenti (ad esempio, le moderne relazioni internazionali non violente e il terrorismo).

Considerata quindi l'ampiezza della definizione, i *driver* di rischio geopolitico, ovvero i fattori e le condizioni che possono dare origine o aumentare la probabilità che tale rischio si materializzi, sono numerosi ed eterogenei. Secondo Claudia Buch, membro del Supervisory Board della BCE, ci sono differenze sostanziali tra le fonti di rischio convenzionali e quelle di rischio geopolitico⁴. Le prime, da cui derivano i rischi di mercato, di credito e di liquidità, sono noti da tempo e quantificabili perché si basano su dati storici immediatamente disponibili, modelli statistici e indicatori economici e di bilancio. Invece, “geopolitical risks arise from political events, shifts in international relations, or societal transformations, which are less amenable to quantitative analysis and therefore not easily captured by traditional risk measurement approaches”⁵. Per questa

⁴ C. Buch, *Global rifts and financial shifts: supervising banks in an era of geopolitical instability*, Keynote speech tenuto all'Eighth European Systemic Risk Board (ESRB) annual conference on “New Frontiers in Macprudential Policy”, Frankfurt am Main, 26 settembre 2024, disponibile al seguente link: https://www.bankingsupervision.europa.eu/press/speeches/date/2024/html/ssm.sp240926_1~ebf2df6685.en.html [14-5-2026]

⁵ *Ibidem*.

ragione il rischio geopolitico è più difficile da quantificare con modelli probabilistici, a causa dell'ambiguità dell'informazione disponibile e dell'incertezza nell'individuare i fattori scatenanti.

Un'altra differenza riguarda l'imprevedibilità degli scenari futuri. A causa della mancanza di informazioni chiare e dell'ambiguità sulla natura del rischio geopolitico, fare previsioni si rivela un compito complesso. Gli eventi rilevanti in termini geopolitici, come rovesciamenti di governo, tensioni politiche, imposizione di dazi o rotture dei rapporti diplomatici si verificano spesso inaspettatamente e tendono ad inasprirsi rapidamente; inoltre, gli scenari che si possono concretizzare sono eterogenei e possono variare significativamente gli uni dagli altri. I rischi tradizionali, invece, scaturiscono da cicli economici e trend di mercato che possono essere modellati sulla base dei dati storici; sono quindi generalmente più predicibili e danno origine ad un numero limitato di scenari.

Il rischio geopolitico è inoltre interconnesso con altri tipi di rischi, compresi quelli meno tradizionali, come il rischio climatico. Ad esempio, il materializzarsi di un evento climatico catastrofico ha delle ripercussioni sul commercio relativo ad una certa area geografica e può innescare disordini sociali. È fondamentale quindi capire i meccanismi attraverso cui le diverse fonti di rischio si manifestano e si propagano, quale impatto possono avere nell'economia reale e sulla stabilità del sistema finanziario, in un contesto in cui l'inasprimento di un singolo fattore di rischio tende a trasmettersi agli altri settori.

Per riassumere le principali fonti di rischio geopolitico, si veda l'elenco sottostante⁶:

- Conflitti militari: possono provocare shock nei prezzi dell'energia, maggior volatilità nei mercati finanziari e interruzioni nelle rotte commerciali e nelle catene di approvvigionamento;
- Sanzioni economiche: ne sono un esempio le recenti sanzioni alla Russia da parte di Unione Europea e Stati Uniti e quelle all'Iran. Provocano barriere al commercio internazionale e interruzioni delle *supply chain*;
- Instabilità politica: comprende elezioni poco trasparenti e improvvisi o frequenti cambi di governo. Ha un impatto in termini di incertezza normativa e minor

⁶ Bruno B, T. Beck, E. Carletti (2025), *The impact of geopolitical shocks on banks' financial soundness in the Banking Union*, Bruxelles, Parlamento Europeo, p. 3

credibilità di un certo Paese sui mercati finanziari; a questo si aggiunge una minor confidenza per gli investitori;

- Terrorismo e attacchi informatici: provocano interruzioni operative, instabilità nei mercati finanziari e premi al rischio più elevati;
- Tensioni commerciali: provocano flussi commerciali ridotti o interrotti, incertezza finanziaria e una diminuzione delle prospettive di crescita globale;
- Tensioni derivanti dal cambiamento climatico: danno origine a pressioni migratorie, maggior competizione tra Stati per le risorse e volatilità sui mercati delle materie prime;
- Pressioni migratorie: comportano maggiori pressioni sulle finanze pubbliche, disordini sociali, aumento del populismo e del protezionismo;
- Rivalità tecnologica: ne è un esempio la concorrenza tra USA e Cina sui semiconduttori e IA. Possono colpire le catene di approvvigionamento e ridurre gli investimenti all'estero;
- Divario fra le governance globali: vi si collega l'indebolimento delle istituzioni multilaterali, come l'ONU o l'OMC. Causano meccanismi di risoluzione dei conflitti più deboli e meno efficaci, oltre a maggiore incertezza e minor fiducia negli investitori.

1.2 I canali di trasmissione

Gli shock geopolitici si trasmettono ai mercati finanziari attraverso diversi canali, e nonostante siano generati da fonti eterogenee e talvolta interconnesse, condividono la capacità di destabilizzare l'equilibrio economico, sia a livello locale sia su scala globale. Dopo aver indagato le fonti del rischio, è opportuno considerare quali siano i principali canali di trasmissione attraverso cui tale rischio si materializza. In particolare, la BCE ne individua tre⁷.

Il primo canale è quello dei mercati finanziari. Gli shock geopolitici possono portare ad un aumento dell'avversione al rischio degli investitori e ad una maggiore volatilità nei mercati regolamentati. In ambito bancario, questo può tradursi in perdite sui portafogli

⁷ C. Buch, *Global rifts and financial shifts: supervising banks in an era of geopolitical instability*, op. cit.

titoli, valori di *VaR* più elevati ed un aumento dei costi di finanziamento. Infatti, uno shock geopolitico ha impatto su diverse *asset class* (equity, fixed income, commodities), configurandosi quindi come un rischio di mercato. Inoltre, possono emergere problemi di liquidità nel caso in cui gli investitori scelgano di abbandonare gli asset più esposti alle aree geografiche o ai settori rischiosi e muovendosi verso asset considerati più sicuri. Ad esempio, a seguito dell'invasione dell'Ucraina nel 2022, le banche europee hanno subito perdite di valutazione sulle esposizioni russe e hanno affrontato *spread* più elevati sui mercati obbligazionari (Bruno et al, 2025, p.13).

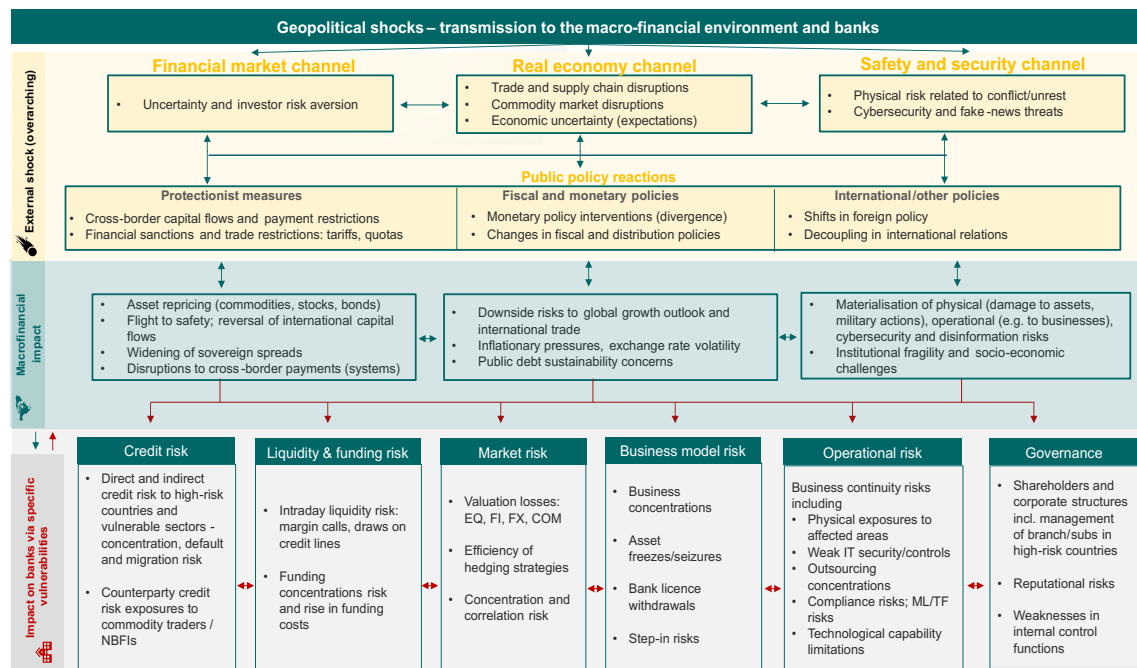
Il secondo è il canale dell'economia reale, attraverso il quale gli eventi geopolitici interrompono i flussi commerciali, le catene di approvvigionamento e gli investimenti. Tali interruzioni hanno un impatto sui bilanci d'esercizio delle banche poiché riducono i ricavi ed aumentano i costi operativi. Le conseguenze per il settore bancario includono un maggior rischio di default dei mutuatari, specialmente nei settori dipendenti dal commercio internazionale o dagli input energetici, una riduzione della domanda di prestiti ed un calo della redditività. Inoltre, attraverso questo canale di trasmissione uno shock geopolitico può portare a pressioni inflazionistiche ed indebolire le condizioni economiche su cui si basano i portafogli creditizi delle banche. Alla luce di ciò si può affermare che rischio geopolitico è fortemente associato al rischio di credito: un'azienda affidata che appartiene a un settore o a un'area geografica esposta a disordini geopolitici può subire interruzioni operative e shock di liquidità, che hanno un impatto sulla sua solvibilità e probabilità di default. Per coprirsi da questo rischio, le aziende possono diversificare e accorciare le proprie *supply chain*. Tuttavia, come sottolineato da Buch, “such measures have costs in terms of both time and money, and risks might remain elevated in the meantime” (op. cit.). Anche quando adottate, quindi, queste misure non eliminano del tutto l'esposizione al rischio geopolitico, che si riflette comunque, seppur attenuato, sul merito creditizio dell'impresa e, di conseguenza, sui bilanci degli enti di credito finanziatori. L'aumento del rischio di insolvenza delle imprese affidate costringe le banche a incrementare gli accantonamenti su crediti per coprirsi dalle potenziali perdite sui prestiti erogati, con un impatto negativo diretto sulla loro redditività.

Il terzo canale di trasmissione è legato alla sicurezza e alla protezione e rappresenta la minaccia che i rischi geopolitici pongono all'operatività delle banche e del sistema finanziario. Questa vulnerabilità si declina sia sul piano reale, attraverso conflitti e atti

terroristici in grado di danneggiare filiali e data center, sia su quello tecnologico, se si pensa agli attacchi informatici. In particolare, la crescente digitalizzazione e la forte dipendenza da servizi cloud e fornitori IT terzi hanno amplificato il rischio operativo legato alla cybersicurezza: gli attacchi informatici non solo rischiano di paralizzare l'operatività dei singoli istituti, ma possono estendersi a infrastrutture critiche come i sistemi di pagamento o le reti elettriche. Un'interruzione di tali servizi fondamentali provocherebbe ripercussioni a cascata, innescando una più ampia instabilità nel mercato.

Lo schema seguente riassume il processo di trasmissione del rischio dagli shock geopolitici al sistema finanziario:

Figura 1.1 – Canali di trasmissione del rischio geopolitico



Fonte: C. Buch, *Global rifts and financial shifts: supervising banks in an era of geopolitical instability*, op. cit.

A livello macroeconomico, le tensioni geopolitiche minano la stabilità attraverso la progressiva frammentazione dei mercati globali. L'introduzione di dazi, l'incertezza sui mercati azionari e il rapido aumento dell'avversione al rischio spingono gli investitori internazionali verso una revisione di portafoglio che tende a penalizzare o addirittura ad escludere i Paesi politicamente instabili. Quindi nel lungo periodo una frammentazione finanziaria persistente riduce le opportunità di diversificazione e *risk-sharing*, lasciando

i sistemi economici più esposti a shock avversi e aumentando la probabilità di crisi sistemiche.

Va da sé che un aspetto fondamentale del rischio geopolitico risiede nella sua natura sistemica. Gli shock non rimangono confinati all'interno di specifiche aree, ma si propagano capillarmente. Se gli istituti di credito con operatività internazionale o con esposizioni dirette nelle regioni colpite subiscono l'impatto immediato dell'evento, le banche *less significant* non ne sono immuni, perché il contagio può trasmettersi all'intero ecosistema finanziario, attraverso fitte reti di esposizione verso le controparti e la comune dipendenza da fornitori terzi di servizi digitali e infrastrutturali. Inoltre, spesso i decisori politici non rimangono spettatori di fronte agli eventi avversi di natura geopolitica: le loro reazioni possono assumere la forma di sanzioni economiche e finanziarie, barriere commerciali o cambiamenti nelle politiche fiscali e monetarie; le sanzioni finanziarie internazionali, per esempio, possono portare al congelamento dei beni, all'aumento dei costi di *compliance*, a perdite finanziarie e danni reputazionali. Le vulnerabilità preesistenti vengono così amplificate mediante un effetto a catena, che accelera la sovrapposizione e l'interconnessione dei rischi.

Alla luce di tale complessità, comprendere come misurare quantitativamente il rischio geopolitico e definire strumenti utili al *risk management* degli enti creditizi rappresenta un pilastro fondamentale per l'attuazione di efficaci politiche prudenziali. Tuttavia, a causa della loro già citata incertezza intrinseca, i rischi geopolitici spesso non vengono prezzati dai mercati finanziari finché non si materializzano, e di conseguenza anche i modelli di rischio attualmente utilizzati delle banche non riflettono completamente questi rischi. In questo senso, la vigilanza ha un ruolo fondamentale nel promuovere una migliore comprensione dei canali attraverso i quali il rischio geopolitico influenza le categorie di rischio tradizionali, attuando misure di vigilanza come le analisi di scenario e gli stress test e favorendo così la resilienza finanziaria e operativa degli enti di credito.

1.3 Misurare il rischio geopolitico

Negli ultimi anni la letteratura economica si è concentrata in misura crescente sugli effetti degli shock geopolitici sul comportamento delle banche e dei mercati finanziari a livello globale. Come già affermato in questo capitolo, tali shock sono tuttavia difficili da prevedere, e il loro impatto è arduo da quantificare a causa del gran numero di scenari possibili che si possono verificare e dell'interdipendenza tra le fonti di rischio. Per tali ragioni, negli ultimi anni diversi studi accademici hanno proposto delle misure per quantificare l'incertezza geopolitica. Karagozoglu et al. (2022) hanno raccolto queste misure in un'unica rassegna, spiegandone la metodologia e le applicazioni e confrontandone l'utilità nell'analizzare i rendimenti finanziari, le decisioni societarie e le economie globali. I ricercatori presentano 11 misure di rischio geopolitico e le suddividono in 3 categorie.

La prima categoria comprende gli indicatori *market-based*, misure empiriche basate sulla volatilità dei prezzi degli asset. La più importante è la Global CoVol di Engle e Campos-Martins (2022), di cui si parlerà più approfonditamente nel terzo capitolo. Essa è calcolata empiricamente stimando l'entità degli shock di volatilità comuni a tutti i mercati finanziari globali e si fonda sull'ipotesi di efficienza del mercato. Essendo basata sui prezzi direttamente osservati, è la misura che più di tutte riflette la percezione del rischio degli investitori in tempo reale.

La seconda categoria riguarda gli indicatori *text-based*, basati sull'analisi di fonti testuali come quotidiani, report finanziari di broker e riviste economiche. Questi indici sono tipicamente costruiti sulla base della frequenza con cui, all'interno dei vari testi, compaiono argomenti relativi ai rischi geopolitici. L'indice più diffuso è il GPR Index proposto da Caldara e Iacoviello nel 2022, che sarà trattato nel prossimo paragrafo.

La terza categoria comprende le misure di *rating*, ovvero indicatori geopolitici basati sulle valutazioni di merito di vari analisti ed enti di ricerca sulla probabilità che gli eventi geopolitici avversi si verifichino in futuro. Forniscono *risk scores* per ciascun Paese o area geografica.

1.3.1 L'indice GPR

Una delle misure di rischio geopolitico più utilizzate è l'indice GPR, proposto da Caldara e Iacoviello (2022). Esso cattura la frequenza e l'intensità di eventi avversi e minacce geopolitiche, nei vari Paesi e nel corso del tempo. Nasce con l'obiettivo di colmare una lacuna nel mondo della ricerca economica: i rischi geopolitici sono considerati già da decenni da banche centrali, imprenditori e partecipanti al mercato come fattori determinanti nelle dinamiche del mercato dei capitali e delle scelte di investimento, ma mancava un indicatore coerente nel tempo che misurasse in tempo continuo le tensioni geopolitiche in tempo reale, così come venivano percepite dalla stampa e da tutti gli agenti economici.

Il campione raccolto contiene circa 25 milioni di articoli di giornale pubblicati a mezzo stampa nei giornali a lingua inglese dal 1900 ad oggi. L'Indice GPR è calcolato dividendo il numero di articoli che trattano di eventi geopolitici avversi e delle relative minacce per il numero totale di articoli presenti in questi giornali nella stessa finestra temporale (ovvero un mese).

L'indice GPR recente inizia nel 1985 e si basa su ricerche testuali automatizzate negli archivi elettronici di 10 quotidiani: il *Chicago Tribune*, il *Daily Telegraph*, il *Financial Times*, il *Globe and Mail*, il *Guardian*, il *Los Angeles Times*, il *New York Times*, *USA Today*, il *Wall Street Journal* e il *Washington Post*. La scelta di sei quotidiani degli Stati Uniti, tre del Regno Unito e uno del Canada riflette l'intenzione di cogliere eventi che abbiano una dimensione e ripercussioni globali (Caldara e Iacoviello, p.1198). Allo stesso modo, l'indice GPR storico, che risale al 1900, si basa sulle ricerche negli archivi storici del *Chicago Tribune*, del *New York Times* e del *Washington Post*.

Si potrebbe obiettare che l'indice sia troppo concentrato sulla visione dei USA; tuttavia, gli autori sostengono che questi giornali coprono eventi geopolitici di interesse globale, che spesso ma non sempre implicano un coinvolgimento degli Stati Uniti. Per questa ragione e dopo aver condotto opportune analisi di validazione, l'indice può essere ulteriormente suddiviso in componenti separate specifiche per Paese, riflettendo la diversa impronta geografica dei principali eventi geopolitici.

A livello metodologico, per affinare la selezione ed escludere i vocaboli non strettamente legati alla geopolitica, i ricercatori hanno costruito un dizionario di termini che hanno una connotazione geopolitica, analizzando le collocazioni lessicali più comuni nel dizionario storico dell'inglese americano, ed hanno individuato i termini chiave come *war*, *military*, *conflict*, *terrorism*, *nuclear*, *peace* e *battle*. Ad esempio, esaminando le prime cento parole associate a *war*, gli autori hanno integrato nel dizionario finale termini come *outbreak*, *inevitable* e *imminent*. Successivamente, l'analisi si è concentrata sulla frequenza delle parole e dei relativi sinonimi, confrontando le prime pagine dei giornali pubblicate nei giorni di elevata tensione geopolitica con altre prime pagine scelte casualmente. Questo processo di filtraggio si è rivelato cruciale per l'eliminazione dei falsi positivi: infatti, ha permesso di scartare vocaboli dal significato eccessivamente ambiguo o generico (come *communique*, *neutral*, *civilian* o *command*), mantenendo esclusivamente quelli ad alta specificità (come *terror*, *blockade*, *invasion* o *troops*).

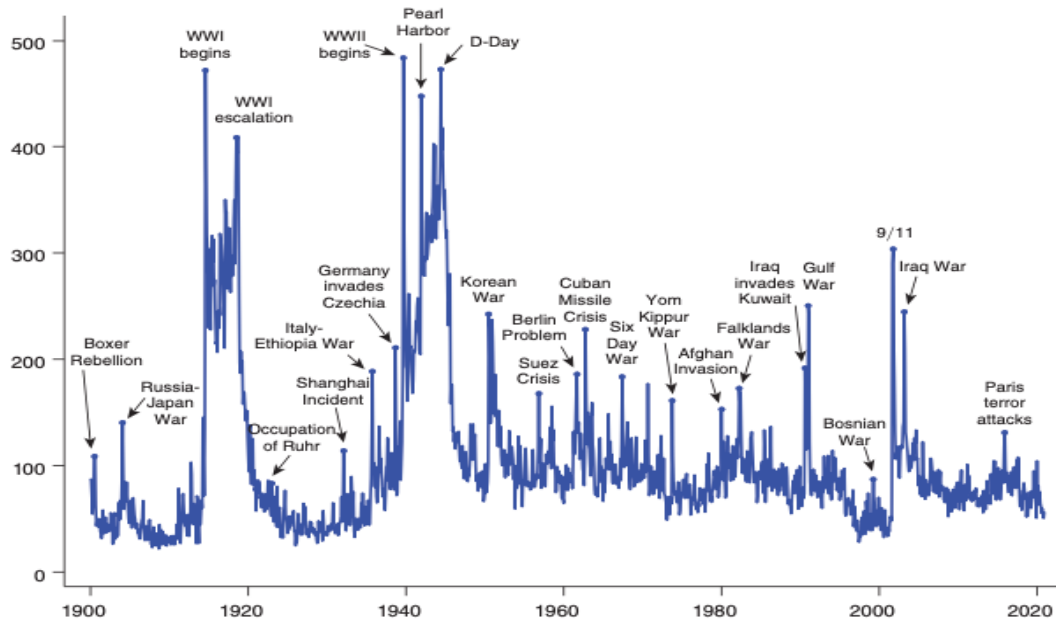
Infine, l'algoritmo definitivo è stato applicato al database *ProQuest Newsstand*⁸ strutturando delle domande di ricerca suddivise in otto categorie. Ciascuna di esse combina due insiemi di parole: il primo relativo al termine chiave (es. *war* o *nuclear*) e il secondo legato alla minaccia o all'atto effettivo. Utilizzando una ricerca per prossimità (termini distanti al massimo due parole) o la ricorrenza dello stesso termine nello stesso articolo, gli autori hanno quantificato con precisione il volume di notizie legate ai rischi geopolitici.

Nel grafico 1.1 è rappresentato l'indice GPR storico, che inizia nel 1900. I valori più alti dell'indice coincidono con le due guerre mondiali. L'indice subisce un'impennata all'inizio della Prima e della Seconda Guerra Mondiale e mantiene valori alti durante ciascun conflitto. Alla fine della Seconda Guerra Mondiale cala rapidamente, per poi salire di nuovo durante la guerra di Corea. La seconda metà del ventesimo secolo è stata testimone di diverse minacce e crisi geopolitiche, come la crisi di Suez o la crisi dei missili di Cuba. L'indice si mantiene su livelli relativamente alti dagli anni '50 fino alla metà degli anni '80, un periodo in cui la minaccia di una guerra nucleare e le tensioni geopolitiche tra i paesi erano più diffuse rispetto alle guerre reali. Questo è dovuto al fatto che valori elevati

⁸ ProQuest Newsstand è un database di articoli di giornale provenienti da fonti di informazioni da tutto il mondo. Include più di 150 giornali statunitensi e internazionali, oltre a centinaia di altre fonti di informazione e agenzie di stampa. Gli articoli sono disponibili in testo integrale e la copertura va dal 1977 a oggi.

dell'indice riflettono non solo la realizzazione o l'*escalation* di eventi avversi attuali, ma anche le aspettative e le minacce relative a futuri eventi geopolitici avversi. A partire dagli anni 2000, il terrorismo, la guerra in Iraq e le crescenti tensioni bilaterali dominano l'indice.

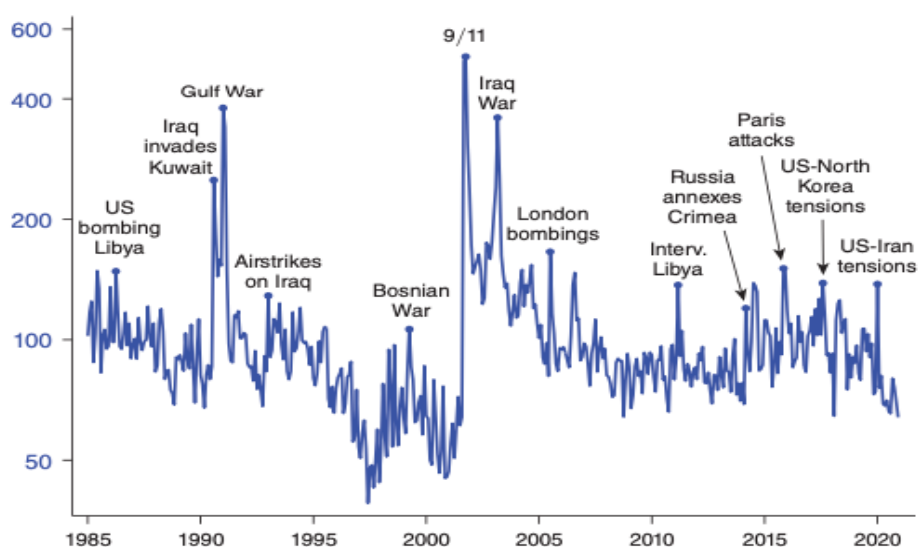
Grafico 1.1 – L'indice GPR storico



Fonte: Caldara, D., e M. Iacoviello (2022), *Measuring Geopolitical Risk*, American Economic Review 112 (4), p.1203

Nel grafico 1.2 invece è presentata la serie storica dell'indice a partire dal 1985. I tre picchi più alti si registrano durante la Guerra del Golfo, dopo l'11 settembre e durante l'invasione dell'Iraq nel 2003. Più di recente, l'indice ha registrato picchi dopo l'annessione della Crimea alla Russia del 2014, dopo gli attacchi terroristici di Parigi del 2015 e durante la crisi della Corea del Nord del 2017-2018.

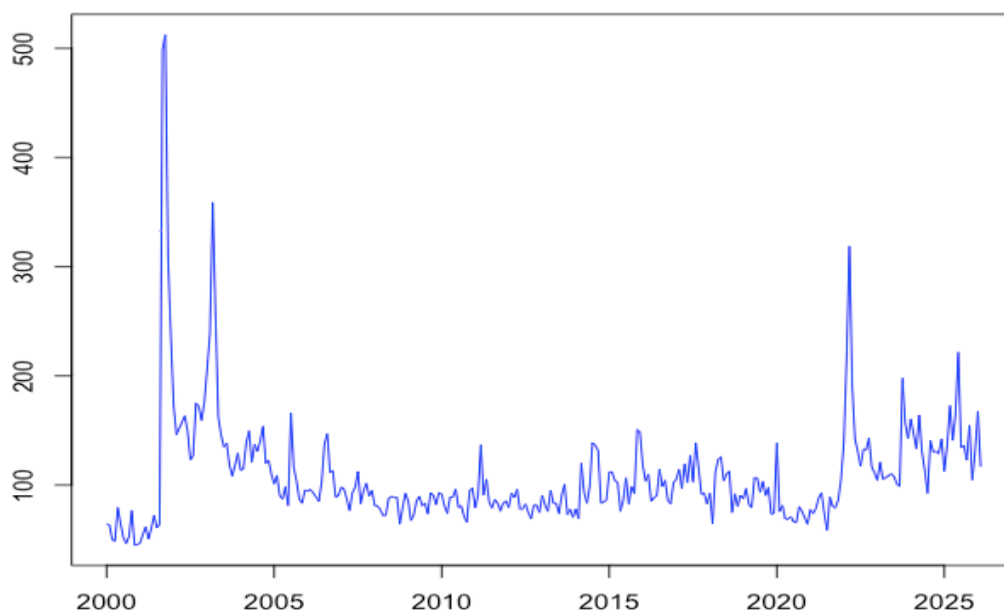
Grafico 1.2 – L'indice GPR dal 1985



Fonte: Caldara, D., and M. Iacoviello (2022), *Measuring Geopolitical Risk*, *American Economic Review* 112 (4), p.1201

Nel grafico 1.3 è rappresentato l'indice GPR fino all'ultima osservazione disponibile (2026-02-01). Si possono notare tre picchi per valori successivi al 2020: il picco maggiore corrisponde all'invasione russa dell'Ucraina, iniziata nel febbraio 2022. Questo evento ha portato l'indice GPR al livello più alto degli ultimi due decenni, paragonabile solo al picco registrato dopo gli attacchi dell'11 settembre 2001, più precisamente in corrispondenza dello scoppio della guerra in Iraq. Sono rilevanti infine i picchi registrati a fine 2023, in corrispondenza dello scoppio del conflitto tra Israele e Hamas (7 ottobre 2023), e quello di metà 2025, dovuto all'escalation delle tensioni in Medio Oriente tra Israele e Iran, con il coinvolgimento diretto degli Stati Uniti.

Grafico 1.3 – L'indice GPR fino all'ultima osservazione disponibile



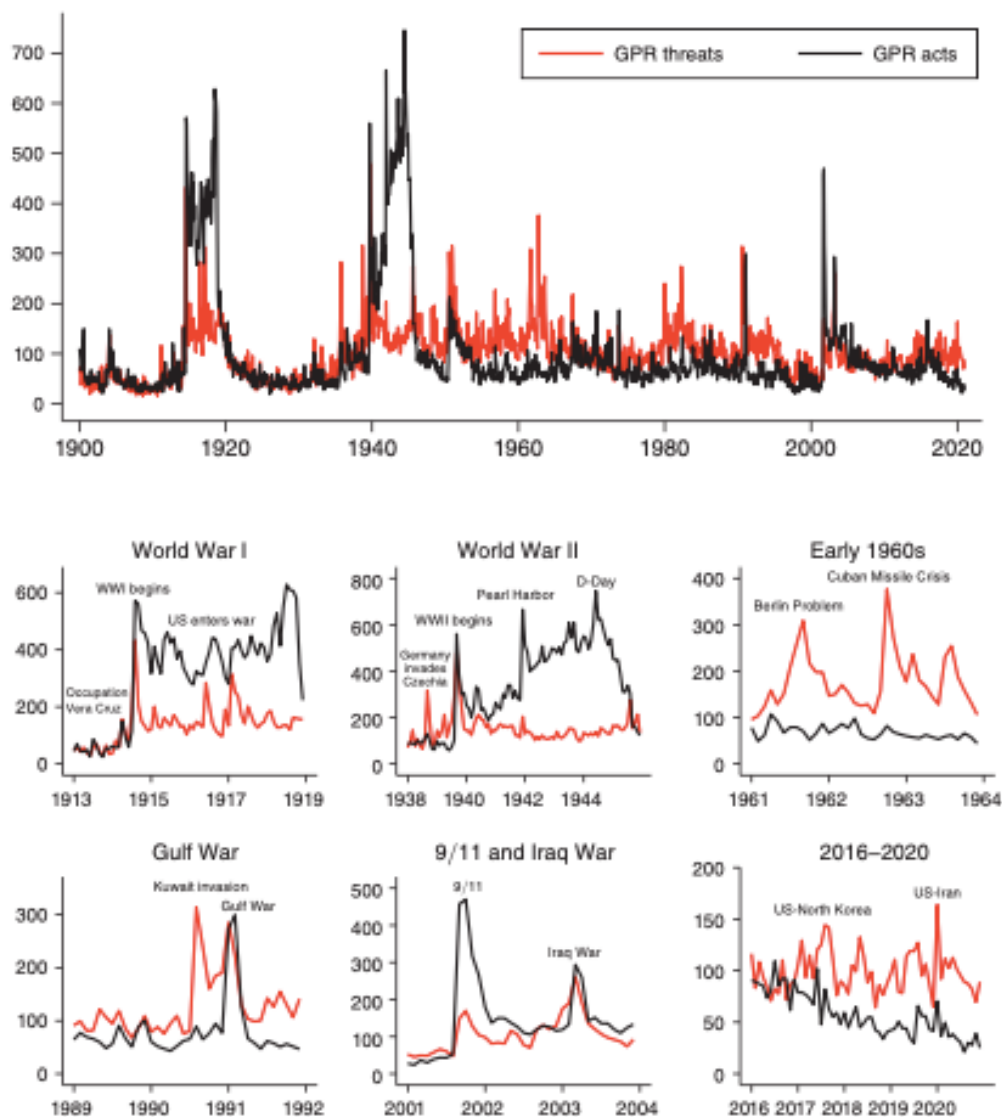
Fonte: elaborazione personale, su dati forniti da M.Iacoviello

L'indice, in base alla definizione di rischio presentata dagli autori (vedi paragrafo 1.1), misura non solo l'intensità di eventi negativi attuali, come lo scoppio di un conflitto o un attacco terroristico, ma anche la probabilità e l'intensità attesa di eventi futuri. Si noti che queste due componenti sono spesso interconnesse: un atto di guerra o di terrorismo può accrescere il rischio una risposta militare da parte del paese colpito, quindi di futuri attacchi o minacce di ostilità. Per quantificare queste due componenti, sono stati creati l'indice degli atti geopolitici (*geopolitical acts index*, *GPRA*) e l'indice delle minacce geopolitiche (*geopolitical threats index*, *GPRT*), mostrati nel grafico 1.4. Si può notare che, nonostante qualche volta i picchi delle due curve coincidono, si registrano quasi sempre variazioni indipendenti tra i due indici, evidenti in particolare nei riquadri sottostanti al grafico principale.

Lo scoppio della Prima guerra mondiale corrisponde ad un brusco aumento dell'indice GPRA. Il periodo di preparazione alla Seconda Guerra Mondiale vede l'indice GPRT salire sulla scia della copertura mediatica del rischio di guerra, ad esempio durante l'annessione della Cecoslovacchia da parte della Germania nazista, laddove l'indice GPA registra un'impennata all'inizio della guerra, dopo Pearl Harbor e nei giorni del D-Day.

Al contrario, gli anni '60 e tutto il periodo della Guerra Fredda sono caratterizzati da crisi internazionali rappresentate da picchi nell'indice GPRT che non sono sfociati in guerre, come la crisi di Berlino e la crisi dei missili di Cuba. L'indice GPRT subisce un'impennata nel 1990 nel periodo precedente alla guerra del Golfo, mentre l'indice GPA registra dei picchi dopo l'11 settembre e all'inizio della guerra in Iraq. Infine, l'indice GPRT risulta elevato rispetto alla sua media storica durante le recenti tensioni tra gli Stati Uniti, la Corea del Nord e l'Iran.

Grafico 1.4 – GPR Threats e GPR Acts



Fonte: Caldara e Iacoviello (2022), op. cit., p.1205

Infine, nel grafico 1.5 sono presentate le due curve fino all'ultimo dato disponibile alla data di stesura di questo elaborato (01-01-2026).

Si può osservare che entrambe le serie storiche subiscono un'impennata in corrispondenza dello scoppio della guerra in Ucraina, ma inaspettatamente è il GPRT ad avere valori maggiori. Il GPRT domina il GPRA nella maggior parte della finestra temporale considerata, denotando un gran numero di minacce ed episodi di tensioni internazionali, che non sempre hanno portato a dei conflitti armati. L'unica eccezione è rappresentata dal conflitto tra Israele e Hamas, che ha provocato un brusco aumento del GPRA alla fine del 2023.

Grafico 1.5 – Confronto GPRT e GPRA



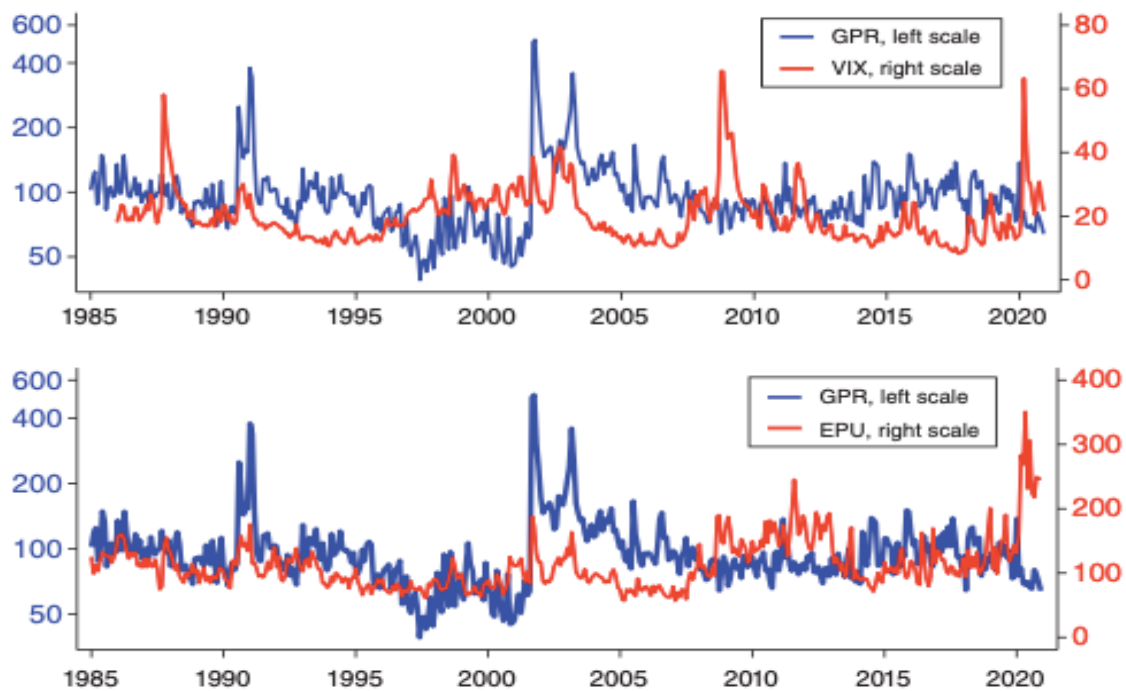
Fonte: elaborazione personale su dati forniti da M.Iacoviello

Infine, il grafico 1.6 confronta il recente indice GPR con due note misure di incertezza: il VIX e l'indice EPU (Economic Policy Uncertainty) di Baker, Bloom e Davis (2016).

Se da una parte è evidente che vi sono periodi in cui tutti e tre gli indici aumentano simultaneamente, come nel 1990/1991 o nel 2001, dopo gli attacchi terroristici dell'11 settembre, dall'altra si osserva che i tre indici mostrano anche una considerevole variazione indipendente. L'indice GPR non si muove durante i periodi di crisi economica e finanziaria (come la crisi finanziaria del 2008 o la crisi del debito sovrano nel 2011), o di instabilità politica; al contrario, gli aumenti dell'indice EPU e del VIX non coincidono

con l'annessione russa della Crimea o con eventi terroristici diversi dall'11 settembre. Allora, l'evidenza grafica indica che, rispetto al VIX e all'indice EPU, l'indice GPR sembra catturare eventi che hanno minori probabilità di avere un'origine economica e potrebbero dare origine a una maggiore volatilità finanziaria e incertezza politica, confermando così la sua affidabilità come misura in tempo continuo per il rischio geopolitico (Caldara e Iacoviello, op. cit., p. 1209).

Grafico 1.6 – Confronto tra GPR, VIX e EPU



Fonte: Caldara e Iacoviello (2022), op. cit., p.1210

Successivamente, gli autori indagano la relazione tra il rischio geopolitico (un rischio di natura non economica) e i rischi per l'attività economica, rappresentati da determinate variabili economiche.

Si mostra in primo luogo come un elevato rischio geopolitico sia associato a una maggiore probabilità di disastri economici. Per fare ciò, sfruttano la variazione dei rischi geopolitici e dell'attività economica nel tempo e tra le nazioni, utilizzando dati annuali relativi a 26 Paesi per il periodo compreso tra il 1900 e il 2019. Il verificarsi di un disastro $D_{i,t}$ nel paese i nell'anno t come è modellato come segue:

$$D_{i,t} = \alpha_i + \beta GPR_t + \gamma GPC_{i,t} + \delta \Delta GDP_{i,t-1} + controls + u_{i,t} \quad (1)$$

dove:

- $D_{i,t}$ è una variabile dummy (0 o 1) che indica la presenza di un disastro economico;
- α_i rappresenta l'effetto fisso per Paese;
- GPR_t è l'indice GPR "globale";
- $GPC_{i,t}$ è l'indice specifico per Paese;
- $\Delta GDP_{i,t-1}$ è la crescita del PIL reale.

I risultati variano leggermente a seconda della specificazione dell'equazione di cui sopra. Nel primo caso, se non si considerano gli effetti fissi per paese e senza controllo del rischio specifico per paese, il coefficiente del GPR globale è economicamente rilevante: indica che un aumento di una deviazione standard del rischio geopolitico globale incrementa la probabilità di un disastro di 18 punti percentuali. La seconda specificazione introduce gli effetti fissi per paese e il GPR specifico per paese. In questo caso, un aumento di una deviazione standard del GPRC incrementa la probabilità di disastro di 9 punti percentuali. Un altro punto riguarda la sostituzione della dummy output di disastro con una dummy pari a 1 in corrispondenza dell'inizio o della fine di un disastro, e 0 negli altri casi. Si ottiene che è più probabile che i disastri abbiano inizio, anziché persistere, in periodi di alto rischio geopolitico; un aumento di una deviazione standard del rischio geopolitico specifico per paese porta la probabilità di inizio di un disastro dalla sua media storica di circa il 2,2% al 9%.

L'evidenza empirica di questa sezione supporta l'idea che le variazioni del rischio geopolitico siano associate ad ampie fluttuazioni nella probabilità di shock negativi nell'attività economica. Contestualmente, attraverso l'uso di regressioni quantiliche, gli autori dimostrano che un rischio geopolitico elevato si associa a una crescita attesa del PIL inferiore e a maggiori *downside risks* per la crescita del PIL stessa.

L'ultima parte della ricerca di Caldara e Iacoviello fornisce evidenza empirica sugli effetti del rischio geopolitico sugli investimenti utilizzando dati a livello di singola impresa. In particolare, ci si propone di indagare due aspetti principali: in primo luogo, se le imprese operanti nei settori più esposti ai rischi geopolitici aggregati subiscano una contrazione

degli investimenti più marcata; in secondo luogo, se gli eventi geopolitici idiosincratici a livello aziendale siano associati a fluttuazioni dei medesimi investimenti.

Gli effetti del rischio geopolitico sugli investimenti a seconda del settore sono misurati attraverso una regressione multipla, dove la variabile dipendente costituisce gli investimenti, misurati come il rapporto tra le spese per beni di capitale sociale, immobili, impianti e macchinari, e i regressori sono l'indice GPR aggregato fatto interagire con l'esposizione settoriale e variabili di controllo, riassunte da $X_{i,t}$, vale a dire i flussi di cassa a livello di impresa, la Q di Tobin a livello di impresa e il valore ritardato della variabile dipendente. I risultati mostrano che nel primo anno successivo allo shock, un'impresa esposta subisce un calo degli investimenti che è di circa 1% più ampio rispetto alla sua controparte non esposta. I risultati mostrano che i movimenti del rischio geopolitico colpiscono alcuni settori più di altri, e che tale effetto differenziale è catturato dalla variazione differenziale dei prezzi azionari.

Per valutare la relazione dinamica tra investimenti e rischio geopolitico a livello di impresa, è stata stimata una regressione in cui le covariate sono $Z_{i,t}$, componente di variazione di rischio geopolitico specifica per ogni impresa ⁹, gli effetti fissi di impresa e le dummy settoriali, nonché le variabili di controllo $X_{i,t}$, analoghe all'analisi precedente. L'obiettivo è stimare il coefficiente γ , che misura l'effetto dinamico sugli investimenti delle variazioni del rischio geopolitico a livello di impresa.

I risultati dimostrano che gli investimenti rispondono alle variazioni del rischio geopolitico in misura maggiore per i settori con un'esposizione superiore alla media. In generale, le variazioni dei rischi geopolitici sono associate a effetti eterogenei sugli investimenti delle imprese, a seconda del settore operativo e dei rischi specifici della singola azienda, ed il legame tra il rischio geopolitico e l'attività a livello di impresa risulta statisticamente significativo, economicamente rilevante e persistente nel tempo.

In sintesi, il paper di Caldara e Iacoviello dimostra che l'indice GPR, nelle sue diverse specificazioni, cattura accuratamente la frequenza e l'intensità degli eventi geopolitici avversi, sia a livello geografico sia a livello temporale. Un rischio geopolitico più elevato

⁹ Per creare la variabile Z , gli autori hanno calcolato la quota di menzioni di rischi geopolitici nel testo delle earning calls della singola azienda.

preannuncia una contrazione degli investimenti ed è associato a una maggiore probabilità di disastri economici e ad un più marcato *downside risk* nella crescita del PIL. Le conseguenze avverse si rivelano più marcate per le imprese operanti nei settori maggiormente esposti, e un elevato rischio geopolitico è associato a investimenti inferiori a livello di singola impresa.

CAPITOLO 2 – Revisione della letteratura sull'esposizione al rischio geopolitico

Nel seguente capitolo si cercherà di indagare l'impatto del rischio geopolitico, così come è stato definito e misurato nel primo capitolo di questa tesi, sul mercato delle commodities energetiche, sul mercato azionario e sul settore bancario, vagliando alcune tra le principali analisi condotte nella letteratura scientifica in merito. L'obiettivo di questa rassegna è validare l'ipotesi secondo cui il rischio geopolitico ha effettivamente un'influenza non trascurabile all'interno del sistema finanziario e ne accentua le vulnerabilità già esistenti.

L'analisi che segue è dicotomica: da un lato, si cercherà di capire e quantificare la rilevanza del rischio geopolitico sul movimento dei prezzi del petrolio e sulla volatilità; infatti, la presenza di conflitti o minacce di azioni militari in Paesi esportatori di petrolio ha effetti sui prezzi dell'energia, con ripercussioni sull'economia reale. Inoltre, si ha un effetto sistemico su altri tipi di asset, aumentandone la volatilità sui mercati regolamentati e dando origine a periodi di dissesto finanziario che si propaga su scala internazionale.

In seguito, l'attenzione si sposterà sul settore bancario. Le banche sono soggetti economici che risentono della frammentazione geopolitica per via della loro peculiare attività di erogazione del credito; prestare ad aziende esposte al rischio geopolitico peggiora il loro merito creditizio, con ripercussioni sulla sostenibilità dell'attività bancaria.

Di ciascun articolo scientifico preso in esame si accennerà a dati raccolti, metodologia e risultati attesi, mentre ci si concentrerà sulle principali conclusioni, utili ai fini del presente lavoro di tesi.

2.1 L'impatto sui mercati energetici e azionari

Le tensioni geopolitiche hanno causato nel corso della storia diversi shock all'offerta globale di energia; si consideri che una quota consistente delle riserve globali di petrolio si trova nel Medio Oriente, un'area del mondo dove l'instabilità politica, le minacce e le aggressioni tra i Paesi non sono rare. Tali shock possono influenzare significativamente i

prezzi dell'energia, aumentando al contempo la volatilità dei prezzi e avendo ripercussioni sulle decisioni di investimento, sulla produzione economica e sui prezzi degli asset di tutto il mondo. Tra i contributi più influenti sul tema figura quello di L.A. Smales (2021), che si pone l'obiettivo di comprendere meglio l'entità e la rilevanza degli eventi geopolitici sui prezzi del petrolio e delle azioni, nonché la relazione i due mercati.

Nel mappare lo stato dell'arte sul tema, l'autore evidenzia come la letteratura economica precedente converga nel riscontrare che il primo e il secondo momento dei rendimenti dei prezzi degli asset rispondono a una serie di notizie, tra cui annunci macroeconomici ed eventi politici di grande rilevanza. Più di recente, la tecnologia ha permesso l'utilizzo di strumenti di analisi testuale per quantificare il tono dei documenti ed esaminare l'influenza di una gamma più ampia di eventi di cronaca, evidenziando che il pessimismo dei media esercita una spinta ribassista sui prezzi delle azioni.

Comprendere l'impatto specifico del rischio geopolitico sulla volatilità e la trasmissione della volatilità da un mercato all'altro è un altro punto importante. La volatilità dei mercati finanziari è un input fondamentale per investimenti, valutazione dei titoli, gestione del rischio e formulazione della politica monetaria, ma la letteratura non ha ancora raggiunto un consenso sull'impatto degli shock del prezzo del petrolio sui prezzi delle azioni, anche se, intuitivamente, ci si potrebbe aspettare che un aumento dei prezzi del petrolio imponga costi aggiuntivi a imprese e famiglie, riducendo la spesa dei consumatori, i profitti aziendali e i flussi di cassa futuri attesi. Si può affermare inoltre che il rischio geopolitico è un esempio speciale di incertezza politica, dal fatto che gli operatori sono incerti sulle politiche che il governo sceglierà e sul reale impatto che queste scelte avranno sui valori degli asset (Smales, 2021, p.359).

Alla luce delle considerazioni introduttive, l'autore si pone tre domande di ricerca. La prima riguarda l'impatto del rischio geopolitico sui prezzi e sulla volatilità dell'energia e degli asset. Se l'impatto principale di un maggiore rischio geopolitico si collocasse sul lato dell'offerta, allora i prezzi dell'energia dovrebbero aumentare. In alternativa, se l'impatto fosse quello di ridurre la domanda, i prezzi dell'energia dovrebbero diminuire. La seconda riguarda la relazione tra i prezzi dell'energia e i prezzi delle azioni, e la relativa volatilità, in modo da indagare la natura sistemica (o meno) del rischio geopolitico. Infine, ci si chiede se questa relazione è cambiata nel tempo. I recenti progressi tecnologici hanno innescato una "rivoluzione" nell'industria petrolifera statunitense attraverso lo *shale* e il

fracking, che ha creato uno shock dell'offerta globale. È possibile che questo fenomeno, iniziato di recente nel 2010-2011, abbia influenzato la relazione tra i prezzi del petrolio e delle azioni.

I dati per utilizzati per l'analisi includono il West Texas Intermediate (WTI) come proxy per il petrolio greggio e lo S&P 500 Composite Index per le azioni. I rendimenti sono calcolati col metodo logaritmico e ottenuti a partire dai prezzi di chiusura giornalieri. Il periodo di campionamento va da gennaio 1986 a maggio 2018, per un totale di 8166 osservazioni. Dalle statistiche descrittive si osserva che entrambe le serie dei rendimenti mostrano un alto livello di curtosi, tipicamente associata ai rendimenti dei titoli azionari. Inoltre, la correlazione media tra rendimenti di petrolio e azioni è positiva e pari a 0,09, ma nel tempo è cambiata significativamente: dall'inizio del periodo considerato ad ottobre 2008, fluttuava attorno allo zero ed era spesso negativa; successivamente è cresciuta sostanzialmente dopo la Crisi finanziaria e la rivoluzione nell'offerta di greggio degli USA. Per rappresentare il rischio geopolitico è stato utilizzato l'indice GPR, espresso in differenze prime giornaliere e considerato nei suoi sottoindici Threats e Acts. Tale trasformazione permette di catturare il ritardo informativo della carta stampata rispetto ai mercati, i quali assorbono gli eventi geopolitici immediatamente tramite canali diretti, prima ancora che la notizia compaia sui giornali il giorno seguente. Sono state incluse come variabili di controllo per il modello di regressione l'Economic Policy Uncertainty (EPU) e il CBOE Implied Volatility Index (VIX), come ulteriori misure di incertezza che hanno mostrato una relazione con i rendimenti dei titoli.

Per rispondere alla prima domanda di ricerca viene impiegato il modello di regressione lineare. I risultati mostrano che un aumento del rischio geopolitico è associato a rendimenti positivi dei prezzi del petrolio al livello di significatività dell'1%. La relazione rimane presente anche dopo l'inclusione delle variabili di controllo (EPU, VIX). Il VIX presenta una relazione negativa con i prezzi del petrolio, indicando che il WTI diminuisce all'aumentare della "paura" generale del mercato. Una spiegazione per la differenza tra la relazione individuata per il GPR e quella per il VIX potrebbe essere che un maggiore rischio geopolitico è più strettamente associato a interruzioni dell'offerta energetica (che causano impennate dei prezzi), mentre un'aumentata paura degli investitori ha un impatto più ampio, che si manifesta in una maggiore avversione al rischio e in una minore domanda di asset rischiosi (come il petrolio e altre commodity).

Si rileva inoltre una relazione inversa tra rischio geopolitico e rendimenti azionari, *ceteris paribus*, e tale relazione sembra essere guidata dalle minacce geopolitiche (GPR Threats). La grandezza del coefficiente stimato è molto inferiore rispetto a quella per i rendimenti del prezzo del petrolio e, una volta inclusi EPU e VIX, la significatività statistica scompare. Ciò suggerisce che i rendimenti azionari siano guidati molto più probabilmente da misure generali di incertezza (VIX) piuttosto che da misure specifiche di rischio geopolitico.

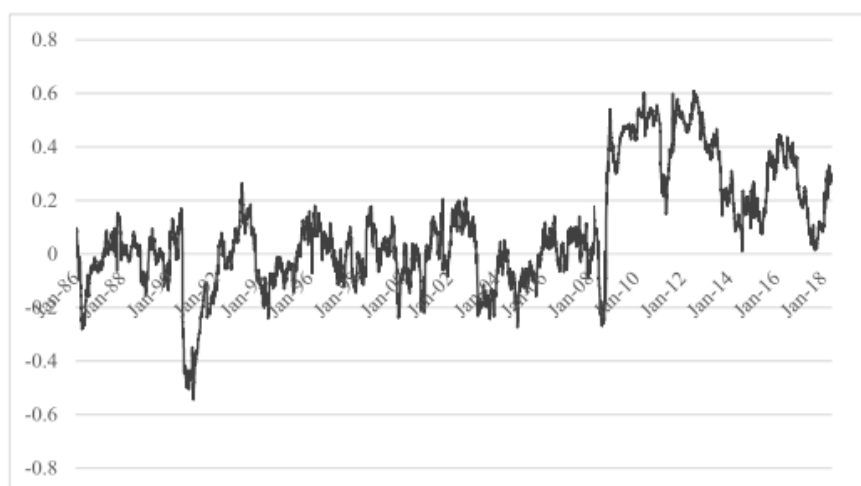
In secondo luogo, l'impatto sulla volatilità dei rendimenti di petrolio e azioni viene modellato attraverso due specificazioni di modelli GARCH univariati, nei quali ΔGPR viene trattato come shock esogeno: il modello GARCH(1,1) di Bollerslev (1986), in grado di catturare i cluster di volatilità osservati nei rendimenti degli asset, e l'EGARCH(1,1) di Nelson (1991), che cattura meglio le code pesanti nei dati finanziari e la risposta asimmetrica dei mercati alle notizie negative (*leverage effect*). Si osserva che il rischio geopolitico è correlato positivamente alla volatilità dei rendimenti sia nei mercati petroliferi che in quelli azionari, suggerendo di essere un fattore alla base di una maggiore incertezza del mercato. I risultati dei test ARCH mostrano un'alta persistenza della volatilità, e nella seconda specificazione si osserva anche la presenza di *leverage effect* negativo.

Sia per i rendimenti che per la volatilità, l'entità e la significatività statistica del coefficiente stimato sono inferiori rispetto al petrolio. In altre parole, il rischio geopolitico svolge un ruolo importante nel determinare la volatilità dei prezzi dell'energia, e un ruolo minore per la volatilità del mercato azionario. Una spiegazione di questa differenza è che l'effetto degli eventi geopolitici (ad es., gli attacchi terroristici) è localizzato e quindi impatta significativamente sulla produzione del petrolio, ma non sui rendimenti azionari globali. In altre parole, gli eventi geopolitici nel Medio Oriente (o in altre parti del mondo strategiche come l'Africa o l'America del Sud) potrebbero non ricevere una copertura globale significativa. Pertanto, variazioni relativamente piccole nell'indice GPR sarebbero associate a variazioni del prezzo del petrolio, ma avrebbero scarso impatto sui prezzi delle azioni.

Infine, utilizzando quattro modelli GARCH multivariati (MGARCH) si esaminano le dinamiche della volatilità tra i prezzi del petrolio e i prezzi azionari, integrando nuovamente le variazioni del rischio geopolitico come shock esogeno. I risultati relativi

alla media confermano la relazione positiva tra le variazioni del GPR e i prezzi del WTI e negativa con quelli del SP500. Si osserva una significativa autocorrelazione negativa nei rendimenti del WTI, a indicare che i prezzi del greggio tendono a mostrare un comportamento di *mean-reversion* (ritorno verso la media); in aggiunta, i rendimenti azionari non sono influenzati in maniera significativa dai prezzi del petrolio. Inoltre, vi è evidenza di una persistenza della volatilità sia a breve termine che a lungo termine nei prezzi del petrolio e delle azioni, con spillover bidirezionali della volatilità a breve termine, ma solo spillover unidirezionali a lungo termine, che vanno dai prezzi del petrolio ai prezzi delle azioni. La correlazione dei rendimenti del petrolio e delle azioni varia in modo significativo lungo il periodo considerato, forse a causa del forte aumento della produzione petrolifera statunitense nel corso del tempo, e ciò è coerente con le correlazioni tra i rendimenti di WTI e S&P500 tracciate nel grafico 2.1 e ottenute grazie al modello DCC, le quali mostrano un aumento rilevante della correlazione a partire dagli anni 2009/2010.

Grafico 2.1 - Correlazioni condizionali variabili nel tempo tra WTI e S&P500



Fonte: L.A. Smales, op.cit., p.364

In sintesi, i prezzi del petrolio e la loro volatilità sono legati positivamente al rischio geopolitico, suggerendo che gli eventi geopolitici provochino degli shock dal lato dell'offerta. Al contrario, i prezzi azionari sono legati negativamente al rischio geopolitico, anche se tale effetto perde significatività statistica una volta incluse

nell'equazione di regressione misure di incertezza generale del mercato. Non emergono evidenze di un effetto significativo dei prezzi del petrolio sui rendimenti azionari, ma vi è evidenza di uno *spillover* di volatilità a lungo termine dai rendimenti del petrolio a quelli azionari. Infine, la correlazione condizionale tra i prezzi del petrolio e quelli azionari varia in modo significativo nel tempo, mostrando valori molto più elevati a partire dalla fine del 2008.

Il contributo empirico appena esaminato mette in evidenza un meccanismo di propagazione del rischio geopolitico. Eventi quali minacce di guerra, atti terroristici, conflitti armati e tensioni commerciali incidono sui prezzi delle materie prime energetiche e, successivamente, si trasmettono ai mercati finanziari. L'aumento dell'incertezza nel mercato petrolifero tende infatti a riflettersi sui mercati azionari, alimentando episodi di instabilità finanziaria. Le dinamiche e le peculiarità di questo processo saranno analizzate nel prosieguo del capitolo.

Qin et al. (2020) esaminano gli effetti asimmetrici dei rischi geopolitici sui rendimenti e sulla volatilità dell'energia mediante l'impiego del modello di regressione quantilica. In questo caso vengono considerati i prezzi di petrolio greggio, gas naturale e gasolio da riscaldamento come rappresentativi del mercato energetico nel suo complesso, non solo il greggio. La scelta di utilizzare la regressione quantilica risiede nel fatto che i rischi geopolitici esercitano impatti differenti sui rendimenti e sulla volatilità dell'energia a seconda che ci si trovi in contesti di mercato ribassisti, normali o rialzisti, ed è opportuno approfondire tale aspetto sotto diverse condizioni di mercato adottando una prospettiva non lineare. La regressione quantilica si presta a questo scopo perché permette di catturare le risposte eterogenee nella distribuzione dei rendimenti azionari e della volatilità, in risposta alle variabili esplicative¹⁰.

Vengono considerati sette quantili: i tre quantili più bassi corrispondono al mercato ribassista, quello mediano rappresenta un mercato in condizioni normali, e i tre più alti si riferiscono al mercato rialzista. I dati, relativi al periodo 1990-2018, comprendono i prezzi

¹⁰ La regressione quantilica, proposta da Koenker e Bassett nel 1978, prevede la costruzione di un insieme di curve di regressione, ciascuna per differenti quantili della distribuzione condizionata della variabile dipendente. Questo insieme di stime di regressione fornisce un'analisi più dettagliata dell'intera relazione tra la variabile dipendente e le variabili indipendenti rispetto a quanto farebbe un modello di regressione lineare. Inoltre, fornisce una descrizione più completa della coda della distribuzione, rendendo la stima meno sensibile all'influenza di *outlier* ed asimmetria.

dei *futures* scambiati nel New York Mercantile Exchange, per i rendimenti di gas naturale, e l'indice WTI per i rendimenti del petrolio greggio. La volatilità è misurata come somma dei quadrati dei rendimenti giornalieri energetici. Sono state costruite delle dummy che descrivono i quattro maggiori picchi dell'indice GPR: la Guerra del Golfo, l'invasione dell'Iraq nel 2003 a seguito dell'11 settembre, la crisi tra Russia e Ucraina del 2014 e gli attacchi terroristici di Parigi del 2015.

Se da un lato i risultati del modello OLS indicano che l'indice GPR è associato ad una riduzione statisticamente significativa dei rendimenti del petrolio greggio, dall'altro i risultati della regressione quantilica sui rendimenti energetici mostrano che rischi geopolitici hanno impatti significativamente negativi sui rendimenti del petrolio greggio nei tre quantili inferiori (0,1, 0,2 e 0,3), mentre hanno un impatto significativamente positivo nel quantile superiore di 0,9. In altre parole, in un mercato ribassista rischi geopolitici più elevati portano a rendimenti del petrolio greggio inferiori, mentre in un mercato rialzista i rischi geopolitici e i rendimenti del petrolio greggio si muovono nella stessa direzione. Inoltre, i rischi geopolitici hanno effetti significativamente positivi sulla volatilità del petrolio greggio in vari quantili, il che significa che rischi geopolitici più elevati portano a una maggiore volatilità del petrolio greggio in differenti condizioni di mercato. Gli effetti sulla volatilità del gas e del gasolio da riscaldamento sono principalmente negativi, ma non significativi.

Dall'analisi delle due componenti dell'indice GPR emerge come le minacce e gli atti geopolitici esercitino effetti nettamente distinti sul mercato energetico. Le sole minacce non influiscono in modo significativo sui rendimenti energetici, mentre gli atti concreti vi esercitano un impatto fortemente negativo. L'analisi condotta con la regressione quantilica restituisce tuttavia un quadro più articolato. Sui rendimenti l'impatto delle minacce varia in modo eterogeneo tra i diversi quantili per tutte le commodities considerate, mentre gli atti confermano il loro effetto penalizzante, concentrato soprattutto nei quantili inferiori (ovvero nelle fasi di contrazione dei mercati); invece, sulla volatilità le minacce incrementano la volatilità del petrolio greggio su più quantili, ma tendono a ridurre quella del gas naturale e del gasolio da riscaldamento. Gli atti geopolitici, al contrario, provocano un aumento diffuso e significativo della volatilità energetica in quasi tutti i quantili presi in esame.

Nel complesso, queste evidenze dimostrano che le commodities energetiche non reagiscono in modo omogeneo ai rischi geopolitici, ma mostrano dinamiche differenti a seconda della natura della crisi e delle specifiche condizioni di mercato.

In linea con le ricerche fin qui esposte, anche Noguera-Santaella (2016) affronta il tema dell'effetto degli eventi geopolitici sui prezzi del petrolio. L'autore afferma che i conflitti militari possono spiegare il comportamento del mercato petrolifero, poiché qualora minaccino la sicurezza dell'offerta di petrolio, anche senza determinare un'effettiva interruzione delle forniture, tale minaccia dovrebbe riflettersi sui prezzi, i quali sono influenzati anche dalle aspettative sull'andamento futuro, secondo l'ipotesi di efficienza del mercato.

In questo studio non viene utilizzato l'indice GPR come proxy del rischio geopolitico, ma ci si concentra sullo studio dell'effetto reale sui prezzi del petrolio di 32 eventi geopolitici, che vanno dalla guerra di secessione americana ai recenti episodi della Primavera araba. Come proxy del mercato petrolifero viene utilizzato il West Texas Intermediate (WTI) a frequenza mensile, in un lungo arco temporale che va da settembre 1859 a marzo 2013. La metodologia impiegata è quella standard di analisi delle serie storiche, con la particolarità che, dopo la specificazione del miglior modello ARMA e i test sugli effetti ARCH per la volatilità, vengono incluse delle variabili dummy relative agli eventi geopolitici presi in considerazione; per testarne l'effetto sulla media e sulla volatilità, vengono eseguite 32 regressioni, una per ciascun evento.

I risultati mostrano che solo sei di essi hanno effetti statisticamente significativi sulla media dei prezzi reali del petrolio, e sono la nazionalizzazione del Canale di Suez, la guerra dello Yom Kippur, il secondo embargo arabo contro Stati Uniti, Regno Unito e Germania, la rivoluzione iraniana, l'invasione irachena del Kuwait e la guerra del Golfo; tutti si sono verificati nella seconda metà del XX secolo¹¹. Invece, molti più eventi influenzano significativamente la volatilità rispetto alla media. Tra gli eventi geopolitici verificatisi nel XX secolo, solo due di essi, la guerra dei sei giorni e la rivoluzione iraniana, non hanno influenzato la volatilità dell'indice WTI. Al contrario, durante il XXI secolo solo 3 degli 11 eventi geopolitici considerati hanno avuto un impatto

¹¹ L'autore fa notare che i sei eventi significativi si possono ridurre a quattro, poiché due di essi sono strettamente correlati: il secondo embargo arabo è iniziato pochi giorni dopo lo scoppio della guerra dello Yom Kippur, e la guerra del Golfo è iniziata poche settimane dopo l'invasione irachena dell'Iraq.

statisticamente rilevante: i disordini politici in Venezuela nel 2002 e gli episodi della Primavera araba in Tunisia ed Egitto. Gli ultimi due eventi sono strettamente correlati, in quanto sono iniziati a distanza di pochi giorni l'uno dall'altro.

In sintesi, gli eventi geopolitici hanno storicamente esercitato un impatto circoscritto sul livello medio dei prezzi del petrolio (influenzandolo solo in 6 casi su 32, tutti concentrati nella seconda metà del XX secolo), ma si sono dimostrati nettamente incisivi nel condizionarne la volatilità, risultata significativa in 20 dei 32 episodi considerati, seppur con una marcata discontinuità temporale a partire dal 2000. Infatti, se prima del nuovo millennio la quasi totalità degli eventi alterava l'equilibrio del mercato, prevalentemente accrescendone la volatilità, nel XXI secolo nessun evento geopolitico ha esercitato effetti significativi sulla media dei prezzi, e solo 3 su 11 ne hanno influenzato la dinamica della varianza. Per spiegare la maggiore immunità acquisita dal mercato petrolifero contemporaneo di fronte agli shock geopolitici post-2000, la letteratura individua due fattori chiave (Noguera-Santaella, 2016, p.308). Il primo concerne le dinamiche della domanda globale: la costante espansione di questo mercato negli anni 2000 potrebbe aver parzialmente riassorbito la volatilità di breve periodo. La seconda spiegazione, più accreditata, risiede invece nella progressiva evoluzione dei mercati dei derivati, in particolare dei *futures*. A partire dagli anni '90, lo straordinario aumento dei volumi finanziari rispetto al fabbisogno reale di greggio ha garantito un'elevata liquidità e strumenti di *hedging* efficienti, capaci di stabilizzare il mercato e ammortizzare efficacemente l'impatto degli eventi geopolitici inattesi. Nel complesso, l'evidenza empirica mostra una buona resilienza del mercato petrolifero contemporaneo nei confronti degli shock di natura geopolitica.

Passando al legame tra rischio geopolitico e volatilità, un altro articolo scientifico (Zhang et al., 2023) arriva alle stesse conclusioni di Smales (2021), mostrando come il rischio geopolitico influenzi positivamente la volatilità del mercato azionario. In questo caso, è stata condotta una regressione con dati panel relativi agli indizi azionari di 32 Paesi nel periodo 2017-2022. La variabile dipendente, ovvero il logaritmo della somma dei rendimenti giornalieri al quadrato, misura la volatilità realizzata per ciascun Paese, mentre le variabili esplicative sono la differenza prima dell'indice GPR, la variabile y ritardata e altre variabili di controllo, inclusi l'indice VIX e il CBOE Crude Oil Volatility Index (OVX).

In tutti i modelli stimati, anche tenendo conto degli effetti fissi, i coefficienti di regressione di ΔGPR sono positivi e significativi al livello dell'1%, indicando che il GPR aumenta in modo significativo la volatilità del mercato azionario in una prospettiva globale. Si osserva in seguito che i coefficienti di regressione corrispondenti alle variabili di controllo sono quasi sempre significativi, e che i coefficienti di regressione di ΔGPR rimangono significativamente positivi, dando evidenza che i risultati sono robusti.

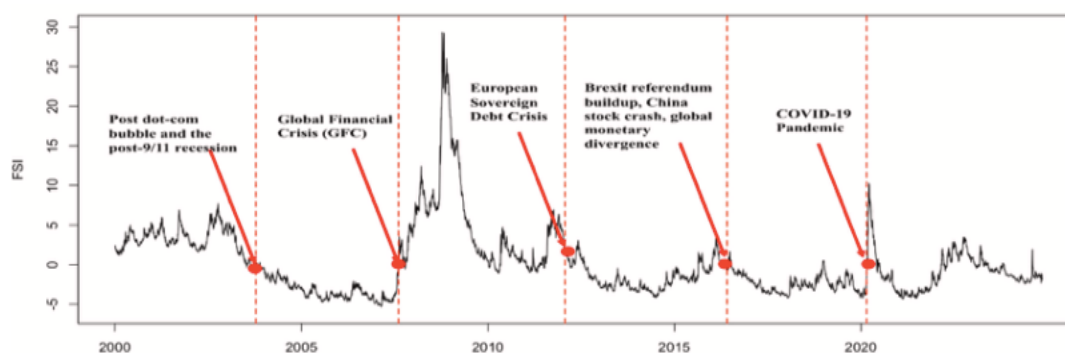
Inoltre, l'analisi è stata condotta anche cercando di diversificare l'impatto dell'indice sui diversi mercati. In particolare, si scopre che il GPR esercita un impatto maggiore sulla volatilità del mercato azionario nelle economie emergenti, rispetto ai Paesi sviluppati. Questa evidenza può essere spiegata alla luce del fatto che le economie emergenti sono intrinsecamente più fragili e vulnerabili agli shock finanziari, e che la riduzione delle attività legate alla catena di approvvigionamento globale intraprese dalle economie emergenti pone sfide maggiori alla loro ripresa economica (Zhang et al., 2023, p.3-4). Inoltre, i risultati empirici suggeriscono anche che l'impatto del GPR sugli esportatori di petrolio greggio è maggiore rispetto a quello sugli importatori di petrolio greggio. La ragione può consistere nel fatto che i Paesi esportatori subiscono uno shock geopolitico sulla loro capacità produttiva, mentre gli esportatori risentono più dell'aumento dei prezzi, che è più facilmente assorbibile con la diversificazione dei fornitori o grazie all'hedging finanziario. Infine, discernendo tra Paesi in guerra (quindi con valori elevati di GPR) e Paesi in pace, il GPR sembra avere un impatto maggiore sulla volatilità del mercato azionario per i Paesi in pace, in quanto un aumento delle tensioni geopolitiche in quei Paesi è più inaspettato, e questo può portare al rinvio di consumi e investimenti, fino a periodi di recessione e panico sui mercati (Zhang et al., 2023, p.5).

Alla luce delle conclusioni tratte nel corso di questo capitolo, emerge come il rischio geopolitico sia un fattore di incertezza nei mercati finanziari, che si manifesta in maniera persistente nel corso del tempo ed è in grado di esacerbare l'instabilità finanziaria a livello sistemico. De Luca et al. (2025) si pongono l'obiettivo di indagare in maniera analitica il legame empirico tra il rischio geopolitico e lo stress finanziario a livello sistemico. Viene condotta una regressione quantilica utilizzando dati giornalieri dal 2000 al 2024; lo stress finanziario, definito come "l'interruzione del normale funzionamento dei mercati finanziari, manifestandosi attraverso un'aumentata incertezza, avversione al rischio, asimmetria informativa e volatilità" (De Luca et al., 2025, p.2) è trattato come variabile

dipendente e viene approssimato dal Financial Stress Index dell'Office of Financial Research del Dipartimento del Tesoro degli Stati Uniti (OFR FSI). Si tratta di un indice giornaliero che rappresenta lo stress dei mercati finanziari globali; è costruito a partire da 33 variabili del mercato finanziario e comprende le seguenti componenti: *credit*, *equity valuation*, *funding*, *safe assets* e *volatility*. Il suo valore è positivo quando lo stress supera la media storica, negativo quando si colloca al di sotto di essa, e pari a zero se è in condizioni normali. L'indice ripartisce inoltre i contributi tra tre principali aree geografiche: Stati Uniti, altre economie avanzate e mercati emergenti. Infine, il modello integra l'analisi dei *break* strutturali per neutralizzare le distorsioni causate da crolli azionari o turbolenze finanziarie.

Si osserva che l'aumento del rischio geopolitico ha un effetto positivo statisticamente significativo sull'indice di stress finanziario e sulle sue componenti, su tutti i quantili. La componente *safe assets* è quella più reattiva all'aumento del GPR, mentre la meno reattiva sembra essere *funding*. Il modello si mantiene coerente in tutte le aree geografiche osservate, sebbene l'area geografica dei mercati emergenti mostri complessivamente una sensibilità comparativamente inferiore. Inoltre, si identificano cinque *break* strutturali, mostrati nel grafico 2.2. L'impatto del secondo *break* strutturale, corrispondente alla crisi finanziaria globale del 2008, è evidente in quasi tutte le componenti dello stress finanziario, con la notevole eccezione della componente *Safe assets*, nel cui caso emerge una relazione inversa: si osserva una diminuzione dei livelli di stress legati agli asset sicuri. Ciò suggerisce una dinamica di *flight-to-safety*, in cui gli investitori riallocano il capitale verso strumenti più sicuri durante periodi di instabilità sistemica. Questi risultati sono robusti anche considerando le componenti del rischio geopolitico (*Acts* e *Threats*), e disaggregando l'analisi per area geografica.

Grafico 2.2 – break strutturali dell'indice FSI



Fonte: De Luca et al., op.cit., p.14

Le conclusioni di questo paragrafo sono molteplici. In primo luogo, l'evidenza empirica sulla relazione tra rischio geopolitico e mercati energetici mostra risultati solidi per alcuni aspetti e più incerti per altri. Sui prezzi del petrolio il quadro è discordante: alcuni studi associano il rischio geopolitico a rendimenti positivi, ma analisi più approfondite mostrano che in mercati ribassisti l'effetto è negativo, mentre in mercati rialzisti è positivo; inoltre, le sole minacce non incidono sui rendimenti, a differenza degli eventi concreti (guerre, attentati), che hanno impatto fortemente negativo. Più robusta è invece l'evidenza sulla volatilità: il rischio geopolitico incide significativamente sulla volatilità petrolifera in varie condizioni di mercato. Tale effetto si è tuttavia ridimensionato nel XXI secolo, periodo in cui gli shock geopolitici hanno perso gran parte della loro capacità di alterare la stabilità e la varianza dei prezzi; ciò si può spiegare alla luce della crescente resilienza del mercato, legata allo sviluppo dei derivati sul petrolio.

Sui mercati azionari emerge una relazione inversa tra rischio geopolitico e rendimenti, guidata soprattutto dalle minacce che dagli atti; in ogni caso, i rendimenti azionari sembrano spiegati più da misure generali di incertezza (come il VIX) che dal rischio geopolitico specifico. Anche sulla volatilità azionaria il GPR ha un ruolo minore rispetto al comparto energetico, pur restando significativo a livello globale, con impatto maggiore nei mercati emergenti e nei Paesi in pace.

Non risultano effetti diretti dei prezzi del petrolio sui rendimenti azionari, ma si osserva uno spillover di volatilità di lungo periodo dal petrolio all'azionario, coerente con una trasmissione dell'incertezza dai mercati energetici a quelli finanziari. Complessivamente, le commodity energetiche reagiscono in modo eterogeneo al rischio geopolitico, a

seconda della natura della crisi e delle condizioni di mercato. Infine, l'aumento del rischio geopolitico accresce in modo diffuso lo stress finanziario globale, stimolando nei periodi di crisi sistemica come il 2008 un fenomeno di *flight-to-safety* verso asset ritenuti più sicuri.

Se da un lato la comprensione dell'evoluzione di questa relazione è importante per i *policy makers*, che potrebbero cercare di attenuare l'impatto degli eventi geopolitici, essa risulta essenziale per gli investitori che mirano a prendere decisioni di portafoglio ottimali, suggerendo che i *futures* sul petrolio possano offrire una copertura contro il rischio geopolitico. Inoltre, i governi dovrebbero calibrare le proprie politiche economiche e le strategie di approvvigionamento in modo mirato e flessibile, adattandole alla tipologia di shock geopolitico ed attuando una diversificazione efficace della *supply chain* per mitigare efficacemente le ripercussioni avverse sui mercati.

2.2 L'impatto sul settore bancario

L'esercizio del credito costituisce una delle attività fondamentali per una banca (art.10 TUB); in questo paragrafo si cercherà di comprendere come reagisce il credito bancario in contesti di turbolenza economica e geopolitica.

Il credito gioca un ruolo fondamentale per la creazione di valore all'interno dell'economia, ed è motore di crescita economica, poiché gli investimenti, sia pubblici sia privati, sono finanziati principalmente dalle banche. Allo stesso modo, i consumi delle famiglie sono finanziati principalmente con strumenti di credito. Alla luce di ciò, Demir e Danisman (2021) mirano a esaminare e comparare gli effetti dell'incertezza economica e del rischio geopolitico sulla crescita del credito bancario.

Gli autori utilizzano il World Uncertainty Index (WUI) come proxy per l'incertezza¹² relativa agli sviluppi economici e politici, sia nel breve che nel lungo periodo. L'indice GPR di Caldara e Iacoviello, invece, è la misura adottata per il rischio geopolitico. L'ipotesi di partenza è che incertezza economica e rischio geopolitico possano avere un

¹² Il WUI è un indice sviluppato da Ahir et al. (2018), che prende spunto dall'EPU di Baker et al. (2016), ed è calcolato conteggiando la frequenza con cui compare la parola "incertezza" nei report delle *Economist Intelligence Unit* di diversi Paesi.

effetto negativo sulla crescita del credito, seppure con meccanismi e magnitudo diversi. Da un punto di vista dell'istituto di credito, le banche diventano meno propense a finanziare gli investimenti delle imprese e delle famiglie man mano che i rischi di insolvenza dei mutuatari aumentano e le prospettive future dei progetti di investimento diventano meno prevedibili in condizioni di incertezza economica. L'aumento dell'incertezza economica porterà a un premio per il rischio aggiuntivo per i prezzi dei prestiti; le banche, di conseguenza, applicheranno tassi di interesse più elevati. Analogamente, minacce e atti di guerra, attacchi terroristici, tensioni militari e conflitti possono portare alla cancellazione o al rinvio degli investimenti da parte delle imprese nazionali. È probabile che tali shock aumentino la paura e riducano la fiducia dei consumatori, provocando una riduzione della domanda di beni durevoli, immobili e altri acquisti, che sono finanziati principalmente con prestiti al consumo e mutui (Demir e Danisman, op.cit., p.2).

Gli autori utilizzano un campione di 2439 banche provenienti da 19 Paesi nel periodo 2010-2019 ed utilizzano tecniche di stima degli effetti fissi per dati panel per controllare l'endogeneità. La variabile dipendente è la crescita del credito bancario, misurata come la crescita annuale dei crediti lordi. A seconda del tipo di prestito erogato dalle banche, vengono poi utilizzate la crescita dei prestiti al consumo, la crescita dei prestiti alle imprese e la crescita dei prestiti ipotecari come variabili dipendenti. Le principali variabili indipendenti sono WUI e GPR, mentre le variabili di controllo, che tengono conto delle caratteristiche peculiari delle banche, includono la dimensione della banca, la quota di patrimonio netto su attività totali, le attività liquide rispetto alle attività totali come misura di liquidità, il ROA, e la quota di riserve per perdite su crediti.

I risultati della regressione mostrano che un aumento di un'unità di WUI porta a una diminuzione media del 7,5% della crescita del credito bancario, a parità di tutte le altre condizioni (Demir e Danisman, op.cit., p.8). Invece, i rischi geopolitici (GPR) non mostrano un effetto statisticamente significativo sulla crescita del credito. Quindi il credito bancario sembra essere più sensibile all'incertezza economica, ma più resiliente ai rischi geopolitici. Questa evidenza empirica può essere spiegata alla luce delle differenze fondamentali nella natura e nella stima di WUI e GPR: mentre l'indice WUI è un indice ampio che cattura l'incertezza di molte variabili economiche legate all'economia reale, il

GPR è piuttosto ristretto e specifico ad una determinata classe di eventi, come guerre e minacce di tipo bellico.

Diversificando in base al tipo di prestito erogato, si ha evidenza che tutti i prestiti risultano sensibili all'incertezza economica, e i prestiti alle imprese risultano i più colpiti. Ciò potrebbe essere spiegato dal fatto che le attività di investimento e i fabbisogni creditizi delle società sarebbero gravemente influenzati e verrebbero cancellati o posticipati in condizioni di incertezza economica, poiché il valore dell'opzione di attendere informazioni migliori aumenta durante tali periodi di incertezza. C'è quindi un tema di asimmetria informativa: per i prestatori di credito è più difficile distinguere i debitori solventi da quelli rischiosi, e questo genera una contrazione degli impieghi. Inoltre, poiché le imprese fanno maggiore affidamento sulle banche per l'accesso ai finanziamenti, avrebbero maggiori probabilità di essere colpite e di diminuire la loro domanda di credito a causa della crescente incertezza (Demir e Danisman, 2021, p.10). I rischi geopolitici, d'altro canto, diminuiscono prevalentemente la crescita dei prestiti al consumo e dei mutui ipotecari, riflettendo la maggiore paura e incertezza tra i consumatori, che potrebbero essere più propensi a posticipare le loro decisioni di spesa.

A completamento dell'analisi, gli autori considerano l'eterogeneità delle banche in base alla loro esposizione ad altri Paesi, potenzialmente con situazioni geopolitiche diverse e più critiche. A questo scopo, si utilizzano tre variabili dummy. La prima è una variabile indicatrice per le banche quotate, che è uguale a 1 per le banche quotate in borsa e 0 altrimenti. La seconda è uguale a 1 per le banche il cui titolare effettivo è estero e 0 altrimenti. La terza è uguale a 1 per le banche che hanno filiali in un paese straniero, e 0 altrimenti. I risultati indicano che banche con proprietà straniera, banche quotate in borsa e banche con filiali estere sono resilienti sia alle incertezze economiche che ai rischi geopolitici, mentre le banche domestiche e private sono quelle più vulnerabili. I ricercatori spiegano questa evidenza affermando che l'assetto proprietario ha influenza sui comportamenti creditizi delle banche in condizioni di incertezza: l'ingresso di banche estere porta un migliore accesso al credito e ne riduce il costo durante le crisi bancarie domestiche, mentre le banche nazionali tendono a contrarre i loro livelli di credito durante i periodi di crisi.

Complessivamente, a seconda della fonte di rischio che si prende in considerazione la crescita del credito bancario è differente. L'incertezza economica influisce

profondamente sul comportamento creditizio delle banche, perché riduce la crescita di tutte le misure di credito, vale a dire i prestiti al consumo, ipotecari e soprattutto alle imprese. I rischi geopolitici, d'altro canto, non influenzano in modo significativo l'erogazione complessiva del credito bancario, ed hanno un impatto solo su prestiti al consumo e mutui ipotecari. La maggior diversificazione e stabilità delle banche straniere o quotate contribuisce alla loro resilienza.

Un ulteriore aspetto da approfondire riguarda l'impatto diretto del rischio geopolitico sulla stabilità del settore bancario. Phan et al. (2022) ipotizzano che il rischio geopolitico comprometta la stabilità del sistema bancario attraverso un duplice canale. Da un lato, l'aumento dell'incertezza economica spinge gli istituti di credito a contrarre l'erogazione di liquidità e a richiedere premi per il rischio più elevati. Dall'altro, le tensioni geopolitiche generano panico sui mercati e alimentano un *sentiment* negativo tra gli investitori; il timore di perdite li induce così a riallocare il capitale verso *safe assets*, drenando ulteriore liquidità dalle banche e accentuandone la vulnerabilità (Phan et al., 2022, p.2).

I dati raccolti sono relativi agli Stati Uniti, raccolti con frequenza annuale in un arco temporale che va dal 1999 al 2019. Il dataset finale comprende 540 banche per un totale di 6.848 osservazioni. Come proxy della stabilità bancaria vengono utilizzate diverse misure. La principale è lo Z-score, calcolato con la seguente formula:

$$Z - score = \frac{ROA + \frac{Equity}{Assets}}{\sigma_{ROA}}$$

dove il ROA è la redditività dell'attivo e σ_{ROA} è la sua deviazione standard. Inoltre, si utilizzano come misure alternative di stabilità bancaria anche σ_{ROA} , σ_{ROE} e il rapporto tra crediti deteriorati e totale impieghi (NPL). Uno Z-score più elevato indica una maggiore stabilità bancaria, mentre valori più alti di σ_{ROA} , σ_{ROE} e NPL segnalano una minore stabilità.

È stato stimato il seguente modello di regressione:

$$Bank\ Stability_{i,t} = \alpha + \beta_1 GPR_t + \beta_2 Ln\ TAI_{i,t} + \beta_3 Ln\ ER_{i,t} + \beta_4 Ln\ LR_{i,t} + \beta_5 Ln\ LLP_{i,t} + \beta_6 Ln\ DR_{i,t} + \beta_7 GDP_t + \beta_8 INF_t + \varepsilon_{i,t}$$

Il regressore principale è GPR, calcolato utilizzando l'indice di Caldara e Iacoviello; gli altri sono variabili di controllo specifiche per una banca, ovvero il totale dell'attivo (TA), l'equity ratio (ER), il rapporto impieghi/totale attivo (LR), il rapporto depositi/totale attivo (DR), il tasso di accantonamento per perdite su crediti (LLP), e due variabili macroeconomiche, vale a dire il tasso di crescita del prodotto interno lordo pro capite (GDP) e il tasso di inflazione (INF). Di tutte viene preso il logaritmo naturale, per rendere stazionarie le loro serie storiche e poter applicare così il metodo OLS.

Si osserva che il GPR è associato in modo negativo e statisticamente significativo a $\text{Ln}(\text{Z-score})$, supportando l'ipotesi originale secondo cui un aumento del rischio geopolitico indebolisce la stabilità bancaria. Il coefficiente β_1 del GPR è pari a -3,351 ed è statisticamente significativo al livello dell'1%. Pertanto, un aumento dell'1% del rischio geopolitico si associa a una diminuzione di circa 0,034 dell'indicatore di stabilità bancaria. Lo stimatore beta è significativamente positivo quando si utilizzano le altre tre misure di stabilità bancaria, vale a dire σ_{ROA} , σ_{ROE} e NPL. Un aumento percentuale del rischio geopolitico si associa a un incremento delle tre misure di stabilità bancaria compreso tra lo 0,71% e il 5,10% dei loro valori medi. Si osserva anche che le variabili di controllo sono statisticamente significative in almeno tre regressioni su quattro, confermando che esse rappresentano importanti driver della stabilità bancaria.

Gli autori poi approfondiscono l'analisi isolando l'effetto del rischio geopolitico percepito (*minacce*) da quello realizzato (*atti*) sulla stabilità bancaria utilizzando gli indici *GPR_Threat* e *GPR_Act*. Le stime suggeriscono che l'effetto del rischio geopolitico realizzato sulla stabilità bancaria è più forte (quasi il doppio) rispetto a quello del rischio geopolitico percepito. Ad esempio, nella regressione su $\text{Ln}(\text{Z-Score})$, lo stimatore di *GPR_Threat* è pari a -2,732, mentre quello di *GPR_Acts* è pari a -4,904.

Infine, l'analisi empirica condotta in questo paper si concentra su alcune delle caratteristiche specifiche delle banche; ci si aspetta che banche con dimensioni, livelli di capitalizzazione e composizione della raccolta bancaria differenti rispondano in modo diverso alle variazioni del GPR. Per comprendere a fondo la relazione tra GPR e stabilità bancaria in presenza di queste caratteristiche specifiche per banca, vengono stimate delle regressioni su dei sotto-campioni costruiti *ad hoc* e utilizzando la mediana campionaria come valore soglia.

In primo luogo, vi è una forte evidenza che l'effetto destabilizzante del GPR appaia economicamente più forte per le banche di piccole dimensioni. Prendendo a titolo illustrativo i risultati relativi alla misura $\text{Ln}(\text{Z-score})$, l'effetto marginale del rischio geopolitico per le banche di piccole dimensioni risulta superiore di quasi il 50% rispetto a quello registrato per i grandi istituti (-4,717 contro -3,344; Figura 2.1, Panel A). Tale evidenza può essere attribuita alla tendenza delle grandi banche ad adottare politiche più conservative ed evitare un'eccessiva assunzione di rischio, attutendo così l'impatto negativo del GPR (Phan et al., 2022, p. 5).

Successivamente, per esaminare i potenziali impatti del livello di capitalizzazione bancaria e della struttura di provvista sul nesso tra GPR e stabilità bancaria, vengono nuovamente stimate delle regressioni su sotto-campioni costruiti discernendo rispetto al rapporto tra capitale proprio e totale attivo e sul rapporto tra depositi e totale attivo, utilizzando la mediana campionaria come valore soglia. I risultati sono riportati, rispettivamente, nei Panel B e C della Figura 2.1. Nonostante i diversi livelli di significatività economica e statistica, si rileva che il GPR ha un impatto destabilizzante sulle banche, indipendentemente dalla loro capitalizzazione e dal livello dei depositi. Dal Panel B, si ha una forte evidenza del ruolo di assorbimento del rischio svolto dal capitale, il quale contrasta l'impatto negativo del rischio geopolitico sulla stabilità bancaria. L'evidenza empirica supporta il *risk-absorption framework*, secondo cui un maggiore livello di capitale amplia la capacità delle banche di assorbire gli shock di liquidità.

Passando al Panel C, si osserva che l'effetto di fragilità del GPR risulta più debole nel gruppo di banche che fanno minore affidamento su fonti di finanziamento non tradizionali per le proprie attività di impiego (ossia il gruppo di banche con un minore rapporto depositi/totale attivo). Tali evidenze confermano che le banche con un inferiore rapporto depositi/attivo tendono a presentare una solida capitalizzazione. L'elevata dote patrimoniale consente a questi istituti di assorbire meglio gli shock, incrementandone la resilienza e attenuando l'effetto sfavorevole del GPR sulla loro stabilità (Phan et al., 2022, p.6).

Figura 2.1 – risultati della regressione OLS, differenziata per caratteristiche bancarie

Panel A: Role of bank size								
	Ln(Z-score)		σ(ROA)		σ(ROE)		NPL	
	Small	Large	Small	Large	Small	Large	Small	Large
GPR	-4.717*** (0.000)	-3.344** (0.014)	0.017*** (0.000)	0.009*** (0.000)	0.264*** (0.000)	0.127*** (0.000)	0.022*** (0.003)	0.005 (0.296)
Bank variables	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Macroeconomic variables	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Year fixed effect	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Bank fixed effect	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	3424	3424	3424	3424	3424	3424	3424	3424
Adjusted R-squared	0.539	0.451	0.499	0.394	0.483	0.367	0.694	0.682
γ2 (p-value)	3.20 (0.074)		9.68 (0.002)		11.05 (0.001)		4.03 (0.045)	
Panel B: Role of bank capital structure								
	Ln(Z-score)		σ(ROA)		σ(ROE)		NPL	
	Capital_Low	Capital_High	Capital_Low	Capital_High	Capital_Low	Capital_High	Capital_Low	Capital_High
GPR	-5.375*** (0.000)	-2.124*** (0.000)	0.015*** (0.000)	0.005*** (0.010)	0.272*** (0.000)	0.042* (0.053)	0.031*** (0.000)	-0.011** (0.044)
Bank variables	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Macroeconomic variables	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Year fixed effect	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Bank fixed effect	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	3424	3424	3424	3424	3424	3424	3424	3424
Adjusted R-squared	0.521	0.483	0.484	0.477	0.520	0.381	0.736	0.640
γ2 (p-value)	15.74 (0.000)		16.71 (0.000)		32.28 (0.000)		21.86 (0.000)	
Panel C: Role of bank funding structure								
	Ln(Z-score)		σ(ROA)		σ(ROE)		NPL	
	Deposit_Low	Deposit_High	Deposit_Low	Deposit_High	Deposit_Low	Deposit_High	Deposit_Low	Deposit_High
GPR	-2.184*** (0.000)	-4.778*** (0.000)	0.006*** (0.000)	0.014*** (0.000)	0.083*** (0.000)	0.235*** (0.000)	-0.008 (0.112)	0.031*** (0.000)
Bank variables	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Macroeconomic variables	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Year fixed effect	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Bank fixed effect	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	3424	3424	3424	3424	3424	3424	3424	3424
Adjusted R-squared	0.422	0.543	0.46	0.472	0.357	0.497	0.662	0.719
γ2 (p-value)	11.95 (0.001)		8.51 (0.004)		15.74 (0.000)		26.87 (0.000)	

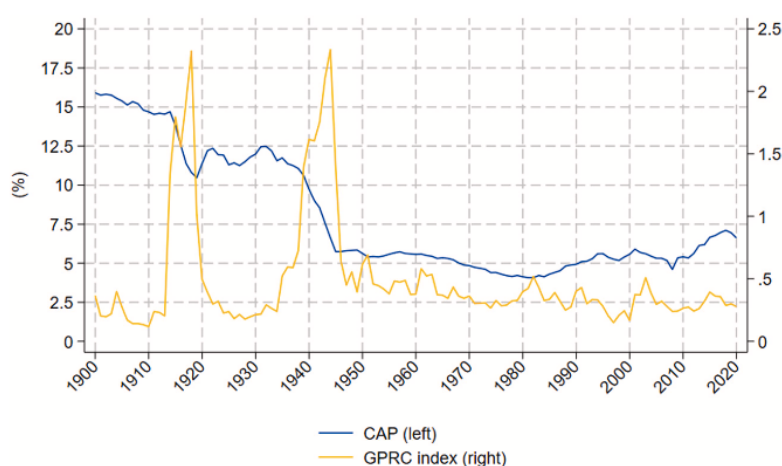
Fonte: Phan et al., op. cit., p.7

La relazione esistente tra rischio geopolitico e capitalizzazione nel settore bancario è approfondita da Behn, Lang e Reghezza (2024), la cui analisi parte dalla premessa che la dotazione patrimoniale delle banche è un pilastro fondamentale per la stabilità finanziaria, perché svolge la funzione di *buffer* contro gli shock e le perdite economiche. Ciò garantisce che gli istituti mantengano la propria solvibilità e preservino l'attività di intermediazione creditizia a sostegno dell'economia reale anche in presenza di congiunture macroeconomiche sfavorevoli. Lo studio stima una serie di regressioni panel su un dataset composto da 17 Paesi di tutto il mondo, nel periodo compreso tra il 1900 e il 2020.

Nel grafico 2.3, gli autori effettuano un'analisi preliminare della relazione tra capitalizzazione bancaria, rappresentata dal capital-to-asset ratio (CAP), e l'indice di rischio geopolitico, denominato GPRC. I rapporti tra capitale proprio e totale dell'attivo delle banche sono diminuiti durante le due guerre mondiali; infatti, registrano un calo drastico in corrispondenza con i due picchi di rischio geopolitico. Tuttavia, a partire dagli anni '50, la relazione tra rischio geopolitico e capitalizzazione bancaria appare meno forte.

I livelli di capitale sono generalmente diminuiti durante l'era della deregolamentazione, iniziata alla fine degli anni '70 e proseguita negli anni '80. Questa tendenza si è invertita alla fine degli anni '80, in coincidenza con l'attuazione del primo Accordo di Basilea, che ha portato a requisiti patrimoniali più stringenti e a un aumento della capitalizzazione bancaria, in particolare dopo la crisi finanziaria globale e l'adozione dell'Accordo di Basilea III nel 2010.

Grafico 2.3 – Confronto tra capital-to-asset e indice di rischio geopolitico



Fonte: Behn et al., op. cit., p. 3

Successivamente, è stata stimata una regressione panel a effetti fissi¹³, in cui la variabile CAP viene fatta regredire su GPR e su un vettore di variabili di controllo specifiche per Paese o per il settore bancario. Tutte le variabili sono ritardate di un anno per tenere conto della potenziale endogeneità con la variabile CAP, e per tener conto della persistenza nel livello di capitalizzazione si include la variabile dipendente ritardata come controllo nella regressione. Infine, le stime includono gli effetti fissi per paese e per anno. Gli standard error sono robusti per l'eteroschedasticità.

Si riscontra una relazione negativa e statisticamente significativa al livello dell'1% tra il GPRC a livello di Paese e il CAP. In particolare, un aumento di due deviazioni standard

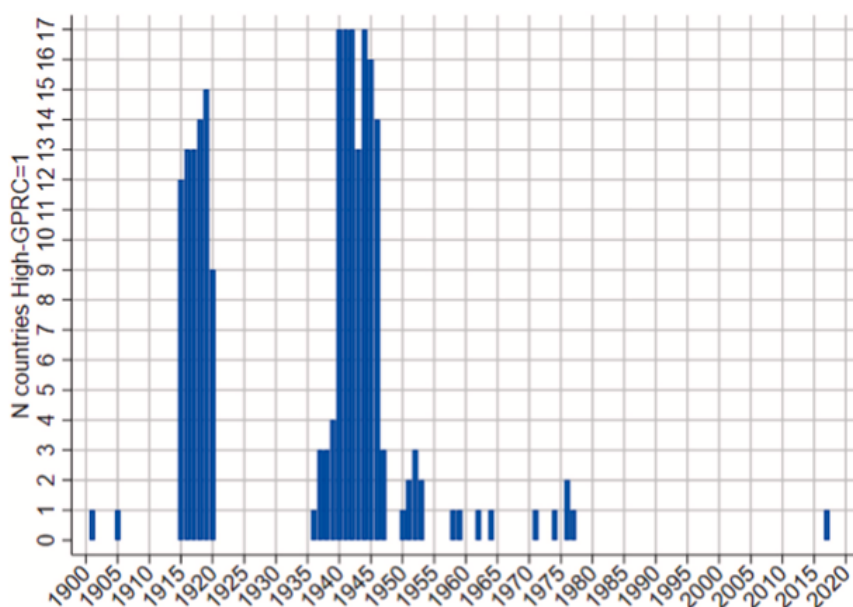
¹³ In particolare, si distinguono effetti fissi per Paese e per anno. Gli effetti fissi per paese catturano l'eterogeneità osservabile e non osservabile costante nel tempo tra i paesi, che potrebbe influenzare la capitalizzazione del settore bancario, mentre gli effetti fissi per anno controllano i trend o gli shock specifici del periodo considerato, che colpiscono tutti i Paesi e che sono spesso guidati da cambiamenti normativi o da shock economici globali.

del GPRC si associa a una diminuzione del rapporto capitale/attivo della banca di circa 0,2 punti percentuali. Il risultato supporta la tesi secondo cui gli eventi geopolitici avversi possono avere un impatto considerevole sulle banche, in quanto la crescita economica e la capacità di rimborso del debito possono essere gravemente compromesse, portando a un deterioramento della qualità degli attivi delle banche, della loro redditività e, in ultima analisi, del capitale.

Un importante contributo risiede nell'analisi delle relazioni non lineari; gli autori evidenziano infatti la necessità di verificare se «qualsiasi livello di tensione geopolitica sia in grado di generare perdite tali da minacciare la stabilità del settore bancario, o se tale impatto sia circoscritto ai soli shock di eccezionale gravità» (Behn et al., 2025, p.3). Per fare ciò sono state definite due variabili indicatrici: *High-GPRC* (GPR Elevato) e *Medium-GPRC* (GPR Medio), basate sulla distribuzione del GPR all'interno del singolo paese. *High-GPRC* è una variabile dummy che assume il valore 1 se il GPRC di un paese è pari o superiore al 90° percentile, e 0 altrimenti. *Medium-GPRC* è una variabile dummy che assume il valore 1 se il GPRC di un paese è pari o superiore al 50° percentile ma inferiore al 90° percentile, e 0 altrimenti.

Dai risultati ottenuti si ha evidenza che solo un livello di rischio geopolitico elevato porta a un calo considerevole del capitale bancario. I coefficienti per la dummy *High-GPRC* sono negativi e statisticamente significativi, indicando che quando il GPRC è superiore al suo 90° percentile, il capitale bancario diminuisce in media di circa 0,5%. Questo risultato sembra essere sostanzialmente influenzato dalle due guerre mondiali, considerato che in corrispondenza di esse il numero di Paesi ad alto livello di GPRC aumenta considerevolmente, come illustrato dalla Figura 2.2. Anche il coefficiente della dummy *Medium-GPRC* è negativo e statisticamente significativo, ma comporta una diminuzione del CAP più ridotta, di circa 0,07 punti percentuali. Ciò indica che gli shock geopolitici più lievi, o più localizzati, tendono ad avere effetti più modesti sul capitale bancario.

Figura 2.2 – numero di Paesi con alto livello di GPR tra il 1900 e il 2020



Fonte: Behn et al, op. cit., p.4

Infine, uno dei fattori più importanti che influenza gli investimenti e le performance aziendali è la determinazione del prezzo dei prestiti (*loan pricing*). Si noti come i moderni modelli di rischio di credito definiscano il tasso sui prestiti in funzione di cinque fattori (si veda a questo proposito, Resti e Sironi, 2005, p.556):

1. La probabilità di insolvenza della controparte (Probabilità di default, o PD), rappresentata dal rating del debitore;
2. Il tasso di perdita in caso di insolvenza (Loss Given Default, o LGD), che dipende dalla tipologia di impiego e dalle eventuali garanzie in essere;
3. Il capitale economico assorbito dal singolo impiego (VaR), che dipende non solo dal nuovo impiego, ma dipende anche dalle caratteristiche degli altri impieghi complessivamente già erogati dalla banca (cioè è *portfolio dependent*);
4. Il tasso interno di trasferimento, o tasso risk-free i ;
5. Il costo del capitale di rischio della banca r_e .

I fattori 4 e 5 non dipendono dalla singola controparte, ma da aspetti più generali, come il livello dei tassi di interesse, la situazione del mercato dei capitali o il profilo di rischio complessivo della banca.

Alla luce di ciò, anche il rischio geopolitico può essere un fattore che impatta sui tassi di interesse attivi che le banche applicano alle loro esposizioni creditizie. Tale premessa costituisce il presupposto dello studio di Nguyen e Thuy (2023), i quali sostengono che gli shock geopolitici si riflettono in una maggiore probabilità di insolvenza degli affidati. Questo porta gli istituti di credito ad alzare il costo del credito per proteggersi dal rischio di insolvenza e ad applicare tassi più elevati ai clienti più vulnerabili a titolo di compensazione per il maggior rischio assunto.

I dati di questo studio provengono da un campione di 31.004 linee di credito concesse a imprese statunitensi nel periodo 1991–2019. Per misurare il costo dei prestiti bancari viene utilizzato lo spread in punti base oltre il LIBOR che i mutuatari pagano, sommato alla commissione annua, per ottenere il credito¹⁴. L'analisi consiste in una regressione lineare con il metodo OLS, in cui lo spread è funzione dell'indice GPR e di alcune variabili di controllo.

I risultati della regressione mostrano che il rischio geopolitico appare incrementare il costo dei prestiti bancari, coerentemente con l'ipotesi iniziale; le banche considerano il rischio geopolitico come un fattore di rischio significativo per i loro mutuatari, ed applicano tassi più elevati sui prestiti come compensazione per la maggiore assunzione di rischio. In particolare, il coefficiente stimato del rischio geopolitico indica che un incremento pari a una deviazione standard nell'indice GPR rispetto alla sua media campionaria è associato a un aumento degli spread sui prestiti di 7,253 punti base, *ceteris paribus* (Nguyen e Thuy, 2023, p.4). Si osserva poi che l'impatto degli atti geopolitici sul costo dei prestiti bancari è più pronunciato rispetto a quello delle minacce geopolitiche;

¹⁴ Si noti che qui che qui lo spread comprende sia il costo della perdita attesa, sia il costo del capitale economico mantenuto a presidio delle perdite inattese. Complessivamente, il tasso attivo sui prestiti è determinato dalla seguente formula (Resti e Sironi, p.553):

$$i + d_{EL} + d_{UL} = \frac{i + ELR + VaR(r_e - i)}{1 - ELR}$$

Dove:

- i è il tasso risk-free
- d_{EL} è lo spread a copertura della perdita attesa
- d_{UL} è lo spread a copertura della perdita inattesa
- ELR è l'expected loss rate, ovvero il prodotto tra PD e LGD
- r_e è il costo del capitale
- VaR è il valore a rischio del portafoglio crediti della banca

ciò significa che il rischio geopolitico effettivo esercita un impatto sui prezzi dei prestiti più forte rispetto al rischio geopolitico percepito. Una spiegazione risiede nel fatto che gli eventi geopolitici reali sono associati al timore di un'*escalation* di attacchi futuri o di una guerra prolungata (Caldara e Iacoviello, 2022). Sul maggiore peso degli atti rispetto alle minacce, il risultato è inoltre coerente con Phan et al. (2022).

Infine, lo studio indaga gli effetti del rischio geopolitico sulla severità delle condizioni contrattuali collaterali al prestito. Le variabili dipendenti in questo caso sono scadenza del prestito (*loan maturity*), dimensione del prestito (*loan size*), requisiti di garanzia (*collateral requirement*), presenza di vincoli contrattuali (*covenant requirement*), intensità dei vincoli (*intensity of loan covenants*) e commissioni sul prestito (*loan fees*).

Si evince che il rischio geopolitico è associato a una durata più breve del prestito e a importi più contenuti; in altre parole, le banche, in contesti di accresciuto rischio geopolitico, preferiscono concedere prestiti con scadenza più breve e di importo inferiore, per ridurre il rischio a cui sono esposte. Inoltre, il rischio geopolitico aumenta la probabilità che una linea di credito richieda garanzie aggiuntive e preveda un maggior numero di clausole e vincoli. Questo risultato implica che le banche non solo applicano tassi più elevati, ma impongono anche requisiti più stringenti sui loro prestiti, evidenziando la necessità di ridurre il rischio di credito in situazioni di incertezza geopolitica.

In conclusione, il credito bancario sembra essere più resiliente agli shock geopolitici, ma più sensibile all'incertezza economica generale. Allora i governi dovrebbero mirare a ridurre l'incertezza economica per stimolare gli investimenti aziendali, ad esempio tramite politiche stabili e incentivi fiscali, mentre in presenza di rischi geopolitici, sarebbe utile promuovere il credito al consumo e ai mutui per sostenere la domanda. Anche l'eterogeneità delle banche è rilevante: banche con strutture di proprietà diverse si comportano in maniera diversa di fronte a tali rischi. Regolatori e governi dovrebbero supportare in particolare le banche domestiche e private in periodi di incertezza per evitare contrazioni eccessive del credito.

Inoltre, il rischio geopolitico è associato ad una minore stabilità bancaria. Questo risultato rimane valido per un'ampia gamma di misure di stabilità bancaria e indipendentemente dalle tipologie di rischio geopolitico, anche se l'effetto negativo degli atti geopolitici sulla

stabilità bancaria è più forte rispetto a quello delle minacce geopolitiche. Inoltre, la relazione causale è meno pronunciata per i gruppi di banche di grandi dimensioni, per gli istituti ben capitalizzati e per le banche con un minore rapporto depositi/totale attivo, rimarcando perciò l'importanza del mantenimento di solidi livelli di capitale per il controllo del rischio. A conferma di ciò, si è osservato che soltanto gli shock geopolitici particolarmente severi sono in grado di porre una seria minaccia alla solvibilità degli istituti e alla stabilità finanziaria complessiva, mentre le tensioni più moderate o localizzate difficilmente spingono le banche verso l'insolvenza, sia per l'entità contenuta dello shock, sia grazie alla presenza dei *buffer* di capitale previsti dalla regolamentazione di Basilea. In termini di strumenti di politica macroeconomica, quindi, i requisiti aggiuntivi di capitale si confermano essere strumenti particolarmente adatti a fronteggiare il crescente rischio geopolitico, perché permettono di sostenere le banche nell'assorbire le perdite, mantenendo al contempo l'erogazione di servizi finanziari basilari a supporto dell'economia reale.

Infine, il rischio geopolitico è associato a tassi sui prestiti più elevati e a condizioni contrattuali più onerose. Questo implica che le banche risentano di questa fonte di rischio in maniera rilevante, e che aumentano gli spread per compensare la maggiore incertezza geopolitica a cui sono esposte le controparti creditizie.

CAPITOLO 3 – Il modello CoVol

Date le difficoltà nel misurare il rischio geopolitico e l'eterogeneità dei fattori determinanti, come esposto nel Capitolo 1, è essenziale ricercare una misura di rischio in grado di catturare istantaneamente gli shock globali nei mercati finanziari. Alla luce di ciò, il modello CoVol di R. Engle e S. Campos-Martins (2022) è particolarmente adatto a questo scopo e verrà presentato e implementato in questo capitolo.

Il modello CoVol (abbreviazione per *Co-Volatility*) è una misura statistica della grandezza degli shock comuni nella volatilità delle attività finanziarie. Infatti, le volatilità dei rendimenti delle attività tendono a muoversi insieme a causa dell'esposizione condivisa a fattori comuni. Tuttavia, anche dopo aver definito la struttura dei fattori comuni sulla volatilità, i rendimenti idiosincratici mostrano ancora volatilità correlate, e questo fenomeno è molto probabilmente causato dalla correlazione tra gli shock di volatilità (Engle e Campos Martins, 2023, p. 222). La premessa fondamentale del modello CoVol globale è che i residui standardizzati della volatilità possono possedere varianze unitarie e rimanere linearmente non correlati sia nelle serie storiche sia nella *cross-section*, ma i loro quadrati possono essere correlati. Questo fenomeno ha originariamente costituito la motivazione principale per il modello autoregressivo ad eteroschedasticità condizionale (ARCH) di Engle (1982) in un contesto di serie storiche. Il *framework* CoVol sfrutta efficacemente questa intuizione, applicandola a dati longitudinali per catturare gli shock di volatilità congiunti nei mercati globali.

Per le ragioni sopra menzionate, questo approccio è valido in un contesto del rischio geopolitico, poiché il CoVol cattura eventi globali (come tensioni geopolitiche, cambiamenti politici e pandemie) che causano movimenti di prezzo diffusi e simultanei tra diverse classi di attività, settori e Paesi¹⁵.

Il modello CoVol si basa sulle proprietà statistiche dell'Analisi delle Componenti Principali (PCA), una tecnica statistica multivariata progettata per identificare le fonti dominanti di variazione all'interno di un insieme di variabili. Più in generale, la PCA appartiene alla classe dei modelli fattoriali, che vengono impiegati come strumenti di riduzione della dimensionalità per sintetizzare le informazioni contenute in molte

¹⁵ Si veda la descrizione della volatilità comune fornita dal Volatility Lab della Stern New York University. URL: <https://vlab.stern.nyu.edu/docs/covol/COVOL>

variabili strettamente correlate. Come osservato da Brooks (2019), i modelli fattoriali scompongono la variazione di un insieme di serie in una componente comune condivisa tra tutte le osservazioni e una componente idiosincratica specifica per ciascuna serie. La PCA raggiunge questo obiettivo trasformando le variabili correlate originali in un numero inferiore di componenti principali ortogonali che catturano le fonti di variazione più importanti nei dati. Estrae questi fattori latenti, la PCA svela la struttura comune sottostante che guida i movimenti congiunti tra più osservazioni. In questo contesto, la prima componente principale può essere interpretata come un fattore sistematico latente che rappresenta il filo conduttore comune condiviso tra i mercati. Sfruttando questa proprietà, il *framework* CoVol esamina i residui di volatilità di ogni attività in un campione definito, studiando quanto della volatilità inattesa di ciascuna attività possa essere spiegata da un singolo shock comune che le ha colpite tutte contemporaneamente, estraendo la componente comune incorporata nei singoli segnali.

Si noti che l'esistenza di un fattore globale di volatilità rappresenta una minaccia per la diversificazione del portafoglio. In effetti, la moderna teoria del portafoglio presuppone che il rischio specifico della singola attività possa essere eliminato con la diversificazione, lasciando gli investitori esposti solo ai rischi dei fattori sistematici quantificati dai beta dei diversi asset. Tuttavia, shock di mercato molto forti o altamente complessi contraddicono questo presupposto: durante eventi estremi sia i fattori di rischio sistematico sia i rischi idiosincratici presumibilmente indipendenti subiscono un'impennata simultanea, portando a una volatilità del portafoglio inaspettatamente elevata. Poiché questi eventi di coda sono imprevedibili, gli investitori non possono evitarli del tutto; devono invece mitigare il danno rinunciando alla tradizionale ottimizzazione media-varianza e assegnando pesi maggiori alle attività che sono strutturalmente meno esposti agli shock globali. In altre parole, dovrebbero selezionare attività con una bassa sensibilità al CoVol al fine di raggiungere una buona diversificazione del portafoglio.

3.1 Specificazione del modello

Il CoVol è rappresentato da $\sqrt{\mathbf{x}}$, dove $\mathbf{x}$ è un vettore ($T \times 1$) di variabili latenti, e $\mathbf{s}$ è definito come un vettore di parametri ($N \times 1$) interpretati come *factor loadings* che soddisfano le seguenti ipotesi:

$$E_{t-1}(x_t) = 1 \quad (1)$$

$$E_{t-1}(x_t - 1)^2 = v_t \quad (2)$$

$$x_t > 0, \quad t = 1, \dots, T \quad (3)$$

$$\varepsilon_t \sim I.I.D. (0,1) \quad (4)$$

$$s_i \in [0,1], \quad i = 1, \dots, N \quad (5)$$

Il modello separa il residuo di volatilità di ciascuna attività in una componente condivisa (guidata dal fattore comune) e una componente idiosincratICA (unica per quella specifica attività). Si assume che i residui standardizzati abbiano la seguente specificazione:

$$e_{i,t} = \sqrt{g(s_i, x_t)} \cdot \varepsilon_{i,t} \quad (6)$$

$$g(s_i, x_t) = s_i x_t + 1 - s_i \quad (7)$$

Dove:

- $e_{i,t}$ è il residuo di volatilità osservato per l'asset i al tempo t , ottenuto dalla specificazione standard del modello GARCH(1,1). Quindi, è la parte della variazione dei rendimenti dell'asset che il modello GARCH non ha previsto;
- x_t è il fattore di volatilità comune latente, normalizzato in modo che la sua media di lungo termine è 1. Quando $x_t > 1$, gli shock comuni sono maggiori della media; quando $x_t < 1$, le condizioni sono più tranquille della media. La serie temporale risultante è un indicatore dell'agitazione globale nei mercati;
- $s_i \in [0,1]$ è il *factor loading* per l'asset i e misura quanto tale attività sia sensibile allo shock comune. Un'attività con s_i vicino a 1 è altamente esposta; una con s_i vicino a 0 è quasi indipendente;
- $\varepsilon_{i,t}$ è lo shock idiosincratICO, la componente casuale unica per ciascuna attività dopo aver tenuto conto del fattore comune;
- La funzione $g(s_i, x_t)$ è il processo di generazione dei dati per le variabili casuali ed agisce come moltiplicatore sulla volatilità di ogni asset. In periodi di stabilità

($x_t \approx 1$) il moltiplicatore è vicino a 1 e la volatilità dell'attività è guidata principalmente dai suoi shock idiosincratici. Durante un evento di volatilità comune ($x_t > 1$), il moltiplicatore amplifica la volatilità di tutti gli asset in proporzione alla loro esposizione.

Rilevare il CoVol globale richiede di testare se le innovazioni standardizzate al quadrato delle diverse attività in un campione si muovono insieme. Per verificare l'esistenza di questo fattore di volatilità globale, i ricercatori valutano la matrice di covarianza campionaria delle innovazioni al quadrato e_t^2 utilizzando il seguente insieme di ipotesi:

- L'ipotesi nulla è che la covarianza tra due qualsiasi attività distinte i e j sia pari a zero. In effetti, in assenza di un fattore di volatilità globale, le innovazioni al quadrato mostrano una correlazione cross-sectional pari a zero: $H_0: \rho_{e^2} = 0$
- L'ipotesi alternativa è che vi sia una correlazione media strettamente positiva tra i residui al quadrato. In questo caso, esiste un fattore di volatilità globale variabile nel tempo, che induce co-movimenti sistemici: $H_1: \rho_{e^2} > 0$.

3.2 Applicazione al settore finanziario

In questa sezione viene costruito un modello CoVol specifico per il settore finanziario, con l'obiettivo di catturare il movimento congiunto della volatilità relativa ad un campione di società europee. Il risultato atteso consiste nell'ottenere una singola serie temporale che catturi la correlazione tra i residui di volatilità standardizzati a partire da un insieme di rendimenti storici. Le informazioni sul co-movimento delle volatilità idiosincratiche sono quindi incorporate in un unico indice, e questo offre dei vantaggi significativi ai fini dello studio delle risposte comuni del sistema finanziario a shock di varia natura.

La scelta di focalizzare la selezione dei titoli del modello CoVol sul solo settore finanziario risponde a due considerazioni principali. In primo luogo, il settore si distingue per l'elevato grado di interconnessione e per la rilevanza sistemica delle perdite inattese: ad esempio, l'instabilità di un singolo istituto bancario significativo può ripercuotersi su altre entità connesse, finendo per impattare negativamente sull'economia reale. Allo stesso tempo, l'adozione di una prospettiva europea consente di analizzare la

sensibilità delle aziende agli shock congiunti all'interno di un perimetro circoscritto, mettendone a confronto l'esposizione al rischio con la rispettiva capitalizzazione di mercato.

3.2.1 Descrizione dei dati

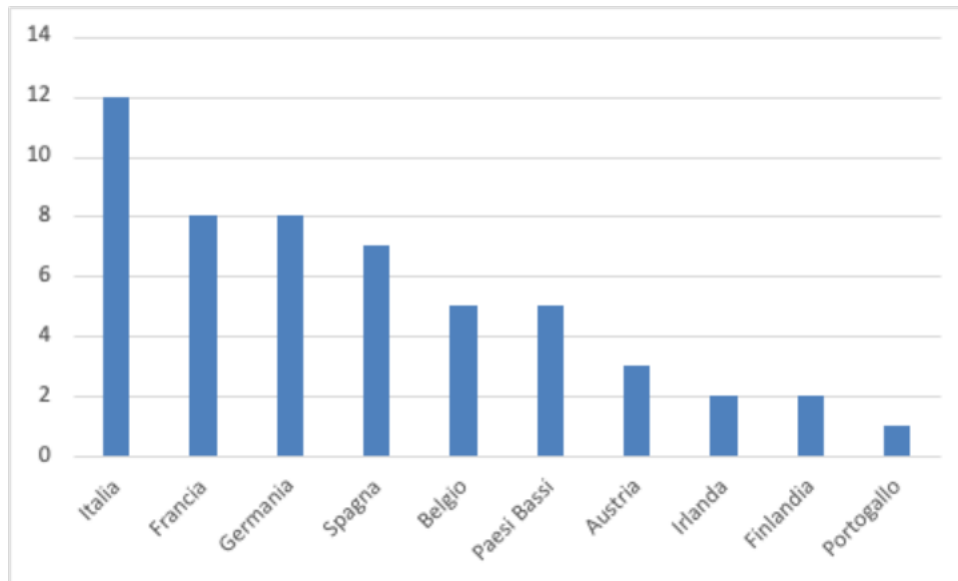
Il dataset comprende i prezzi aggiustati di 53 aziende comprese nell'EURO STOXX Financials e scaricati in R Studio da Yahoo Finance. L'indice include in origine le 57 maggiori aziende dell'Eurozona per capitalizzazione *free-float*; le quattro aziende più recentemente quotate (Exor NW, CVC Capital Partners, Mandatum e Allfunds Group) sono state tuttavia escluse dal campione perché avrebbero accorciato eccessivamente la serie temporale del fattore CoVol.

La scelta di aziende comprese in un indice europeo comporta almeno due vantaggi: in primo luogo, non ci sono problemi di tasso di cambio, essendo l'euro la valuta di negoziazione di tutte le aziende; in secondo luogo, si evita il problema della non sincronicità dei mercati regolamentati, per cui i calendari di negoziazione non coincidono tra continenti diversi, e le informazioni non arrivano alle aziende in maniera simultanea, violando così un requisito per la corretta applicazione del modello CoVol.

Il periodo considerato va dal 26-10-2017 al 01-03-2026. La data di inizio coincide con la quotazione di BAWAG Group alla Borsa di Vienna. Sono stati presi i prezzi di chiusura aggiustati per tener conto delle operazioni societarie, come gli split azionari, la distribuzione di dividendi e gli aumenti di capitale, che possono distorcere il calcolo dei rendimenti.

I settori di appartenenza sono tre: banche, assicurazioni e servizi finanziari. In particolare, le banche sono 29 e rappresentano il 54,7% del campione, le assicurazioni (in totale 14) rappresentano il 26,4% e le società di servizi finanziari (in totale 10) il 18,9%. Per vedere l'elenco completo si veda l'appendice A.

Figura 3.1. Paese di origine delle aziende nel campione



Fonte: elaborazione personale

Nella Figura 1 si possono osservare i Paesi di provenienza delle aziende del campione. Si può notare come il Paese più rappresentato sia l'Italia, seguito da Francia, Germania e Spagna. Il dato non sorprende, se si considera che questi quattro Paesi hanno consolidato il proprio settore bancario e assicurativo negli anni attorno a pochi colossi ad alta capitalizzazione in grado di competere a livello globale, come ad esempio le banche Unicredit, BNP Paribas, BCO Santander e Intesa Sanpaolo, o le compagnie assicurative Allianz, AXA e Generali.

3.2.2 Analisi e risultati

In primo luogo, è stata condotta un'analisi delle serie storiche tradizionale, partendo dalla ricerca del processo generatore dei dati per la media, che permette di individuare la struttura di dipendenza temporale di ogni serie storica.

Per l'analisi di integrazione, che mira a verificare la stazionarietà di ciascuna serie, è stato condotto il test Augmented Dickey-Fuller. In base ai p-values, presentati nella seconda colonna della Tabella 1, si osserva che nessuna serie è stazionaria.

Si estraggono allora i rendimenti logaritmici, usando la seguente formula:

$$R_{\Delta t} = \ln \left(\frac{P_{t+\Delta t}}{P_t} \right) \quad (7)$$

Poiché i rendimenti logaritmici rappresentano la differenza prima dei logaritmi dei prezzi, questa trasformazione è finalizzata a rendere stazionaria la serie storica. L'effettiva stazionarietà delle serie dei rendimenti è confermata dai risultati del test ADF, consultabili nella terza colonna della Tabella 3.1.

Tabella 3.1 – Risultati del test ADF sulle serie storiche dei prezzi e dei rendimenti logaritmici

Azienda	adf_prices_pvalues	adf_returns_pvalues
Banco Santander	0,99	<0,001
Allianz	0,838	<0,001
BBVA	0,99	<0,001
UniCredit	0,99	<0,001
BNP Paribas	0,68	<0,001
Intesa Sanpaolo	0,99	<0,001
ING Group	0,942	<0,001
AXA	0,51	<0,001
Munchener Rueck	0,586	<0,001
Societe Generale	0,99	<0,001
Deutsche Bank	0,903	<0,001
Nordea Bank	0,913	<0,001
Assicurazioni Generali	0,946	<0,001
Deutsche Boerse	0,333	<0,001
CaixaBank	0,99	<0,001
Erste Group Bank	0,99	<0,001
Commerzbank	0,985	<0,001
KBC Group	0,976	<0,001
Banca Monte dei Paschi	0,077	<0,001
ABN AMRO	0,988	<0,001
AIB Group	0,982	<0,001
Sampo	0,25	<0,001
BPER Banca	0,99	<0,001
NN Group	0,99	<0,001
Credit Agricole	0,712	<0,001
Banco BPM	0,99	<0,001
Bank of Ireland Group	0,979	<0,001
Banco Sabadell	0,986	<0,001
FinecoBank	0,276	<0,001
Hannover Rueck	0,233	<0,001
Poste Italiane	0,99	<0,001
BAWAG Group	0,99	<0,001
Euronext	0,871	<0,001
Ageas	0,923	<0,001

ASR Nederland	0,791	<0,001
Unipol Assicurazioni	0,99	<0,001
Bankinter	0,99	<0,001
Banco Comercial Portugues	0,99	<0,001
Aegon	0,539	<0,001
Raiffeisen Bank International	0,99	<0,001
Talanx	0,847	<0,001
Groupe Bruxelles Lambert	0,524	<0,001
Amundi	0,309	<0,001
SCOR	0,477	<0,001
Banca Mediolanum	0,984	<0,001
Azimut Holding	0,583	<0,001
Mapfre	0,99	<0,001
Banca Generali	0,51	<0,001
Sofina	0,635	<0,001
Unicaja Banco	0,99	<0,001
flatexDEGIRO	0,786	<0,001
KBC Ancora	0,977	<0,001
Wendel	0,093	<0,001

In seguito, è stato necessario individuare il modello ARMA(p,q) ottimale per ciascuna serie. Questo è stato fatto grazie alla funzione di R `auto.arima()`, che ricerca il miglior modello ARIMA minimizzando in questo caso il valore AIC. Per vedere i risultati dei modelli ARMA si considerino la seconda e la terza colonna della Tabella 3.2.

In seguito, sono stati ricercati possibili effetti ARCH nella varianza condizionale con il test LM-ARCH e, preliminarmente, la verifica dell'ipotesi di variabili indipendenti e identicamente distribuite con il test BDS. I risultati del test BDS (colonna 5 della Tabella 3.2) indicano che si rifiuta l'ipotesi di distribuzioni i.i.d., dato che i p-values sono tutti inferiori al livello di significatività del 5%. Questo indica la presenza di dipendenza non lineare o di eteroschedasticità nella varianza condizionale. I risultati del test ARCH (colonna 6 della Tabella 3.2) confermano la seconda opzione per tutte le serie temporali, eccetto quella di flatexDEGIRO (FTK.DE).

Tabella 3.2 – modelli ARMA, valori AIC, p-values di test BDS e LM-ARCH

Azienda	p	q	AIC	BDS_pvalue	ARCH_LM_pvalue
Banco Santander	2	3	-9603,16	<0,001	<0,001
Allianz	0	0	-11064,84	<0,001	<0,001
BBVA	2	3	-9513,63	<0,001	<0,001

UniCredit	0	0	-9128,59	<0,001	<0,001
BNP Paribas	0	0	-9812,18	<0,001	<0,001
Intesa Sanpaolo	2	1	-10131,13	<0,001	<0,001
ING Group	1	1	-9610,02	<0,001	<0,001
AXA	0	2	-10853,63	<0,001	<0,001
Munchener Rueck	2	2	-10720,35	<0,001	<0,001
Societe Generale	1	2	-9077,71	<0,001	<0,001
Deutsche Bank	0	0	-9052,07	<0,001	<0,001
Nordea Bank	1	1	-10622,82	<0,001	<0,001
Assicurazioni Generali	2	1	-11557,38	<0,001	<0,001
Deutsche Boerse	0	2	-11241,38	<0,001	<0,001
CaixaBank	0	5	-9635,51	<0,001	<0,001
Erste Group Bank	0	0	-9592,47	<0,001	<0,001
Commerzbank	0	0	-8638,13	<0,001	<0,001
KBC Group	0	0	-9877,8	<0,001	<0,001
Banca Monte dei Paschi	1	0	-7795,78	<0,001	<0,001
ABN AMRO	3	3	-9461,37	<0,001	<0,001
AIB Group	0	1	-8514,15	<0,001	<0,001
Sampo	0	0	-11169,74	<0,001	<0,001
BPER Banca	0	2	-8922,55	<0,001	<0,001
NN Group	1	2	-10566,03	<0,001	<0,001
Credit Agricole	4	3	-10161,01	<0,001	<0,001
Banco BPM	0	2	-9088,97	<0,001	<0,001
Bank of Ireland Group	0	0	-8639,53	<0,001	<0,001
Banco Sabadell	2	2	-8602,04	<0,001	<0,001
FinecoBank	0	2	-9805,43	<0,001	<0,001
Hannover Rueck	0	0	-10861,5	<0,001	<0,001
Poste Italiane	0	3	-10557,77	<0,001	<0,001
BAWAG Group	0	0	-9687,8	<0,001	<0,001
Euronext	1	1	-10876,83	<0,001	<0,001
Ageas	2	1	-10552,74	<0,001	<0,001
ASR Nederland	0	2	-10577,3	<0,001	<0,001
Unipol Assicurazioni	1	2	-9996,23	<0,001	<0,001
Bankinter	2	2	-9747,48	<0,001	<0,001
Banco Comercial Portugues	1	2	-9243,93	<0,001	<0,001
Aegon	0	0	-9476,82	<0,001	<0,001
Raiffeisen Bank International	2	0	-9172,89	<0,001	<0,001
Talanx	1	2	-10627,67	<0,001	<0,001
Groupe Bruxelles Lambert	0	1	-11503,58	<0,001	<0,001
Amundi	0	0	-10269,69	<0,001	<0,001
SCOR	0	0	-9296,93	<0,001	<0,001
Banca Mediolanum	0	2	-10271,97	<0,001	<0,001
Azimut Holding	0	2	-9915,5	<0,001	<0,001
Mapfre	5	0	-10744,09	<0,001	<0,001

Banca Generali	1	2	-10325,29	<0,001	<0,001
Sofina	0	0	-10491,68	<0,001	<0,001
Unicaja Banco	0	2	-9349,04	<0,001	<0,001
flatexDEGIRO	0	0	-8162,07	<0,001	≈1
KBC Ancora	0	0	-10240,77	<0,001	<0,001
Wendel	0	0	-10488,48	<0,001	<0,001

In seguito, per ogni titolo è stato specificato un modello GARCH(1,1) per la varianza condizionale. La specificazione del modello per il termine di errore e la varianza condizionale è la seguente:

$$\varepsilon_t = h_t \eta_t \quad (9)$$

$$h_t^2 = \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}^2 \quad (10)$$

$$\omega > 0, \alpha_1 \geq 0, \beta_1 \geq 0, \alpha_1 + \beta_1 < 1 \quad (11)$$

Successivamente sono stati estratti i residui standardizzati, utilizzando la seguente formula:

$$\hat{\varepsilon}_t = \frac{r_t - \hat{\mu}_t}{\hat{\sigma}_t} \quad (12)$$

Dove $\hat{\sigma}_t$ è la deviazione standard condizionata applicata dal modello GARCH. Questo passaggio è previsto da Engle e Campos-Martins (2023, p.224), per ottenere residui con media zero e varianza unitaria; il termine di errore segue per ipotesi la distribuzione normale.

Sui residui standardizzati è stato condotto il test Box-Ljung, per verificare che non vi sia autocorrelazione residua nel processo per la media. I risultati della seconda colonna della Tabella 3.3 dimostrano che i residui si comportano come White Noise; quindi, i modelli ARMA sono stati efficaci nell'individuare l'autocorrelazione seriale. Come ulteriore verifica diagnostica, è stato condotto il test LM-ARCH sui residui. Dalla terza colonna della Tabella 3.3 si evince che non è possibile rifiutare l'ipotesi nulla di assenza di effetti ARCH residui. Ciò conferma l'efficacia del modello nel catturare l'autocorrelazione della varianza e i fenomeni di *clustering* della volatilità.

Tabella 3.3– *p-values test Box-Ljung e ARCH test sui residui*

Azienda	LB_pvalues	ARCH_pvalues
Banco Santander	0,96	0,894
Allianz	0,604	0,68
BBVA	0,989	0,771
UniCredit	0,11	0,928
BNP Paribas	0,182	0,849
Intesa Sanpaolo	0,411	0,666
ING Group	0,671	0,496
AXA	0,629	0,919
Munchener Rueck	0,551	0,889
Societe Generale	0,892	≈1
Deutsche Bank	0,564	0,723
Nordea Bank	0,547	0,866
Assicurazioni Generali	0,55	0,591
Deutsche Boerse	0,167	0,417
CaixaBank	0,927	0,552
Erste Group Bank	0,149	0,978
Commerzbank	0,251	0,998
KBC Group	0,922	0,977
Banca Monte dei Paschi	0,26	0,216
ABN AMRO	0,788	0,67
AIB Group	0,411	0,908
Sampo	0,916	0,143
BPER Banca	0,189	0,635
NN Group	0,635	≈1
Credit Agricole	0,539	0,961
Banco BPM	0,495	0,997
Bank of Ireland Group	0,857	0,958
Banco Sabadell	0,77	0,761
FinecoBank	0,668	0,971
Hannover Rueck	0,694	0,603
Poste Italiane	0,974	0,856
BAWAG Group	0,98	0,049
Euronext	0,984	0,977
Ageas	0,767	0,892
ASR Nederland	0,557	≈1
Unipol Assicurazioni	0,62	≈1
Bankinter	0,563	0,855
Banco Comercial Portugues	0,183	0,269
Aegon	0,207	0,82
Raiffeisen Bank International	0,748	0,998
Talanx	0,466	0,979
Groupe Bruxelles Lambert	0,369	0,646

Amundi	0,505	0,933
SCOR	0,782	≈1
Banca Mediolanum	0,633	0,974
Azimut Holding	0,627	0,952
Mapfre	0,757	0,99
Banca Generali	0,49	0,695
Sofina	0,688	0,992
Unicaja Banco	0,744	0,476
flatexDEGIRO	0,995	0,999
KBC Ancora	0,493	0,904
Wendel	0,733	≈1

La diagnostica si conclude con la verifica che media e varianza dei residui standardizzati siano effettivamente pari rispettivamente a 0 e a 1. Si osserva che i valori per la media sono compresi nell'intervallo $[-0.040; 0.004]$, mentre quelli per la varianza sono compresi nell'intervallo $[0.992; 1.002]$; la media globale è pari a -0.020, mentre la varianza globale è pari a 0.997. Nel complesso la procedura ha portato a risultati accettabili.

Successivamente, è necessario verificare se esistono effetti COVOL, per giustificare l'applicazione del modello. È stata utilizzata la funzione specifica di R, `geovolTest`, applicata ai quadrati dei residui standardizzati.

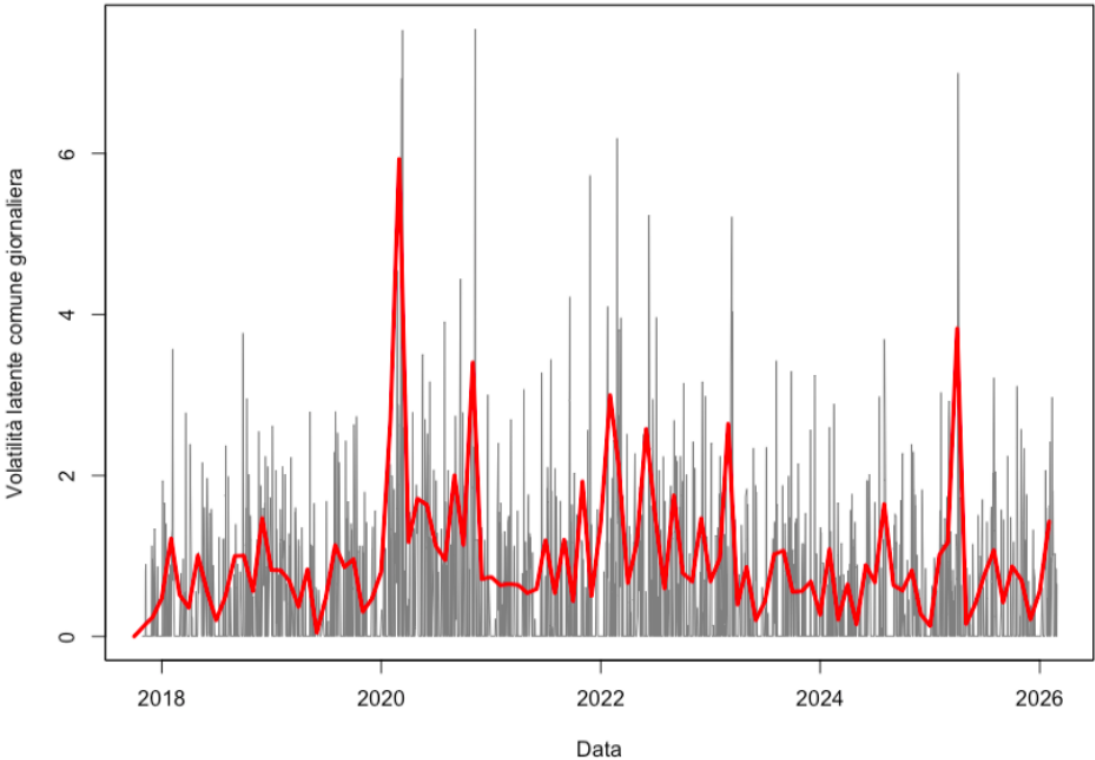
Tabella 3.4 - Test per COVOL

	Correlazione	Statistica	p-value
Valore	0.2551	350.2669	≈0

I risultati in Tabella 3.4 indicano che si rifiuta l'ipotesi nulla (valore $p \approx 0$), quindi la correlazione media tra i residui standardizzati al quadrato è positiva e ci sono effetti COVOL.

Il fattore di varianza comune latente x_t giornaliero (in grigio) e aggregato mensile (in rosso) e le date dei picchi di volatilità congiunta sono riportati di seguito (figure 3.3 e 3.4):

Figura 3.3 – Fattore comune di volatilità inattesa (CoVol) dei titoli finanziari dell'Area Euro



La linea grigia rappresenta la volatilità latente comune giornaliera, la linea rossa la sua media mensile. I picchi più rilevanti di co-volatilità si osservano in corrispondenza dei seguenti eventi:

- marzo 2020: scoppio della pandemia di COVID-19
- novembre 2020: annuncio di Pfizer sull'efficacia del vaccino anti-COVID
- febbraio 2022: invasione russa dell'Ucraina
- marzo 2023: fallimento di Silicon Valley Bank e Signature Bank
- aprile 2025: annuncio dei dazi statunitensi e tensioni commerciali con la Cina

Fonte: elaborazione propria su dati Yahoo Finance

Figura 3.4. Timestamps dei picchi di volatilità

Data	Volatilità
2020-11-09	7.54
2020-03-12	7.53
2025-04-04	7.00
2020-03-09	6.93
2022-02-24	6.19
2021-11-26	5.73
2022-06-10	5.23
2023-03-13	5.21
2020-02-24	4.54
2020-09-21	4.44

L'efficacia del modello COVOL va ricercata nella corrispondenza tra i principali eventi globali e i picchi di volatilità comune registrati.

Si può facilmente osservare che molti eventi sono legati alla pandemia di Covid-19, che ha generato dinamiche di estrema volatilità all'interno del sistema finanziario globale:

- Il 9 novembre 2020, Pfizer e BioNTech annunciarono che il loro vaccino anti-COVID era efficace al 90%. Le azioni delle banche europee registrarono rialzi storici a doppia cifra in una singola seduta. I settori che beneficiarono del maggiore rialzo furono turismo e industria aeronautica, ma anche il settore finanziario vide un rialzo, dovuto alle speranze di una ripresa nell'attività economica¹⁶.
- Il 12 marzo 2020, all'indomani della dichiarazione di pandemia da parte dell'OMS, la Presidente della BCE Christine Lagarde pronunciò la celebre frase: «We are not here to close spreads. This is not the function or the mission of the ECB. There are other tools for that». Tali parole vennero interpretate dai mercati come un disimpegno della BCE nel contenere l'ampliamento degli spread e il rischio sovrano nell'Eurozona. La reazione fu immediata: in particolare la pressione sul debito pubblico italiano esplose e i rendimenti dei BTP decennali balzarono in poco tempo dall'1,32% al 2,37%¹⁷. Questo dimostra che alcuni eventi sono legati anche a decisioni di politica economica prese dalle banche centrali, nonché sulle aspettative degli attori economici riguardo alla probabile risposta dei mercati finanziari;
- Il 26 novembre 2021 l'OMS classificò la variante Omicron come "variante di preoccupazione". L'incertezza e la paura di nuove restrizioni e lockdown in tutto il mondo provocarono un forte ribasso nei mercati finanziari¹⁸;
- Infine, il 24 febbraio 2020 vennero certificati i primi focolai COVID-19 nel Nord Italia., con l'istituzione delle prime "zone rosse"; in quel momento i

¹⁶ Ponciano J. (2020), *Stocks Surge Worldwide To New All-Time Highs After Pfizer Says Covid-19 Vaccine Candidate 90% Effective*, Forbes, 09/11/2020

¹⁷ Successivamente la presidente Lagarde tornò sui suoi passi e chiari che la BCE si sarebbe impegnata per evitare la frammentazione nell'area euro. Dopo pochi giorni, la BCE avviò il Pandemic Emergency Purchase Programme (PEPP) per stabilizzare il mercato obbligazionario.

¹⁸ Tappe A. (2021), *Dow logs worst day in over a year as fears over new Covid-19 variant grip global markets*, CNN Business, 26/11/2021

mercati finanziari presero atto che l'epidemia non sarebbe rimasta confinata in Asia.

Oltre ad eventi legati alla pandemia, altri eventi sono di natura geopolitica e sono particolarmente rilevanti ai fini di questo lavoro di tesi.

- Il 9 marzo 2020 il rifiuto della Russia di concordare i tagli alla produzione proposti dall'OPEC+ scatenò una guerra dei prezzi del greggio con l'Arabia Saudita;
- Il 24 febbraio 2022 ci fu l'invasione russa dell'Ucraina. Il settore finanziario europeo si rivelò il più vulnerabile a livello globale a causa dell'elevata esposizione diretta verso controparti russe di colossi bancari come UniCredit, Raiffeisen e Société Générale.
- Più di recente, il 4 aprile 2025, si è registrata un'acuta escalation nella guerra commerciale tra Stati Uniti e Cina: all'imposizione di tariffe aggressive da parte di Washington, Pechino ha risposto con dazi del 34% sulle merci statunitensi e restrizioni all'esportazione di terre rare¹⁹.

Accanto alla matrice geopolitica, assumono un ruolo centrale il rischio di contagio e i fenomeni di panico sistemico. Emblematico è il caso del marzo 2023 quando, a seguito del crollo improvviso della Silicon Valley Bank (SVB) e della Signature Bank negli Stati Uniti, si è scatenata un'ondata di allarme globale legata alla liquidità e al rischio di corsa agli sportelli, determinando uno shock che nel giro di pochi giorni ha contribuito ad aggravare la crisi di Credit Suisse²⁰.

In conclusione, il modello COVOL applicato a un ampio dataset di società finanziarie mostra che esistono molti tipi diversi di eventi che potrebbero innescare un forte ed inatteso aumento della volatilità comune latente. Il modello è particolarmente sensibile agli eventi legati alla pandemia di Covid-19, essendo stato uno shock esogeno che ha provocato una forte ondata di instabilità nei mercati finanziari, come dimostrato dal considerevole numero di picchi di volatilità registrati nel

¹⁹ Chu M.M., E. Wang, S. Bu e X. Chen (2025), *China strikes back at Trump with own tariffs, export curbs*, Reuters, 4/04/2025

²⁰ Shan L.S. (2023), *Credit Suisse chair says SVB crisis looks contained, rejects talk of government assistance*, CNBC, 15/03/2023

2020. Inoltre, anche gli eventi geopolitici svolgono un ruolo rilevante, come anche le reazioni e le aspettative del mercato ad annunci delle banche centrali. Si deve poi notare come gli eventi sono in prevalenza negativi, ma sono rilevanti anche certe buone notizie, come dimostrato dalla notizia dell'efficacia del vaccino Pfizer. Questo aspetto è coerente con la definizione di volatilità, intesa come variabilità delle realizzazioni sul mercato rispetto ad un rendimento atteso, che può portare a variazioni sia positive sia negative del valore di un portafoglio.

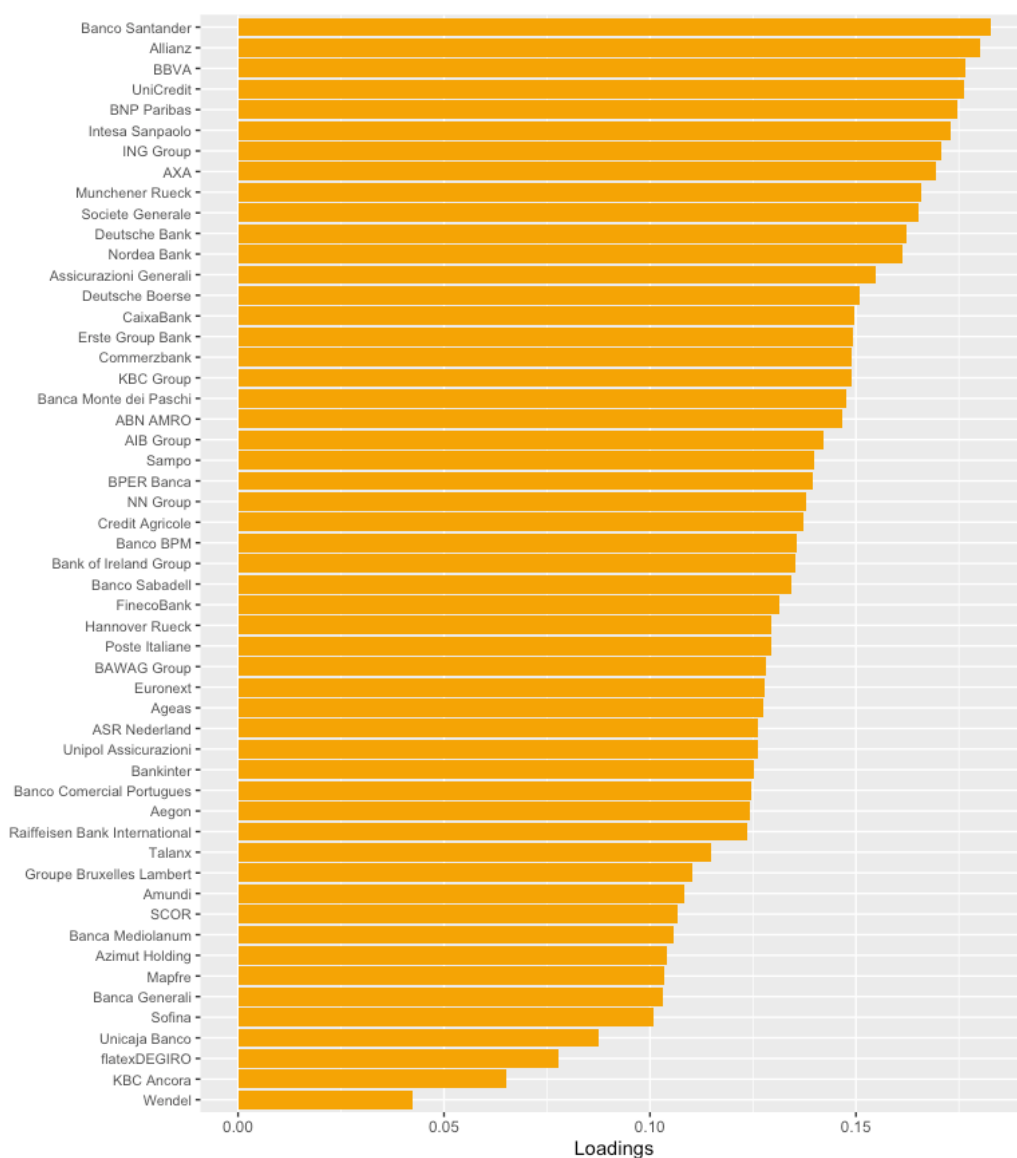
Per quanto riguarda i loadings (rappresentati nella Figura 3.5), si può notare che i valori più alti in assoluto si concentrano nei grandi gruppi assicurativi e bancari internazionali e nelle principali banche commerciali dell'Eurozona. Da una parte le grandi banche commerciali e di investimento come Banco Santander (SAN.MC), Unicredit (UCG.MI), Société Générale (GLE.PA), Intesa Sanpaolo (ISP.MI), Crédit Agricole (ACA.PA), ING Group (INGA.AS) e BNP Paribas (BNP.PA), essendo il motore creditizio dell'area Euro, assorbono direttamente i cambiamenti del contesto macroeconomico, le variazioni dei tassi di interesse promossi dalla BCE e le oscillazioni dei titoli di Stato. Dall'altra, le grandi compagnie assicurative come Allianz (ALV.DE), AXA (CS.PA) e Generali (G.MI) gestiscono enormi portafogli di investimento in attivo e ciò li rende sensibili alle variazioni di prezzo del sottostante. Invece, le società che risentono meno del fattore di volatilità comune latente sono la borsa valori Deutsche Börse (DB1.DE) e l'infrastruttura di mercato Euronext (ENX.PA).

In generale, si osserva che i loadings sul fattore comune e la capitalizzazione di mercato delle società appartenenti all'Euro STOXX Financials tendono a muoversi nella stessa direzione: le aziende a maggiore capitalizzazione presentano *loadings* più elevati, mentre quelle di dimensioni minori risultano meno esposte al fattore comune di rischio di mercato. Tale evidenza va tuttavia interpretata con cautela: i *loadings* sono stimati a partire da un modello che non include la ponderazione per la capitalizzazione, ma ciò non implica un legame causale tra dimensione ed esposizione al fattore comune. Si può comunque affermare che le società a maggiore capitalizzazione sono tipicamente istituzioni finanziarie di rilevanza sistemica, caratterizzate da un'operatività più diversificata e da una maggiore esposizione ai mercati finanziari internazionali e alle condizioni macroeconomiche. Di conseguenza, i loro rendimenti tendono a muoversi congiuntamente più intensamente con l'andamento generale del settore, riflettendo una

maggior sensibilità a shock sistemici di varia natura: di politica monetaria, di liquidità o di fiducia dei mercati. Al contrario, le società con capitalizzazione più contenuta mostrano una minore sincronizzazione con il fattore comune, un'evidenza compatibile con un'operatività maggiormente localizzata, meno legata alle dinamiche aggregate del settore finanziario europeo.

Questa evidenza è inoltre coerente con la letteratura sui fattori di rischio comuni, secondo cui le imprese di maggiori dimensioni tendono a presentare un beta di mercato più elevato, essendo più vulnerabili al rischio sistemico piuttosto che a quello specifico d'impresa.

Figura 3.5 - loadings



I risultati emersi comportano rilevanti implicazioni pratiche in materia di asset allocation e di risk management. Per un investitore o un gestore di fondi che vuole mantenere un'esposizione strategica sul settore finanziario ad alta capitalizzazione, ma allo stesso tempo desideroso di mitigare la trasmissibilità del rischio sistemico all'interno di tale settore, la stima di un modello CoVol rappresenta un buon criterio di scelta. In particolare, la selezione di titoli caratterizzati da un *loading* contenuto rispetto al fattore di volatilità comune consente di isolare il portafoglio dai picchi di varianza globale nei momenti di stress finanziario. Tali asset a basso *loading* agiscono di fatto come strumenti di *hedging*, riducendo il contagio di volatilità senza dover rinunciare alla presenza di titoli bancari ed assicurativi in portafoglio. È opportuno precisare che queste considerazioni sono valide con riferimento a un insieme di titoli appartenenti esclusivamente al settore finanziario; nel caso di un portafoglio diversificato su più settori, la scelta dei pesi dovrebbe tenere conto anche delle correlazioni specifiche tra i singoli asset, e non del solo *loading* rispetto al fattore di volatilità comune. Quindi, l'analisi condotta in questo capitolo suggerisce una strategia di asset allocation dinamica all'interno del settore finanziario: i titoli ad alto *loading* possono essere impiegati nelle fasi di bull market o ripresa economica, mentre i titoli a basso *loading* possono svolgere una funzione difensiva e di stabilizzazione della varianza complessiva del portafoglio durante le fasi di incertezza macroeconomica.

CAPITOLO 4 – I fattori determinanti del CoVol

Il presente capitolo si propone di analizzare le determinanti del fattore di volatilità comune tra le società finanziarie europee appartenenti all'indice Euro STOXX Financials, ottenuto nel capitolo 3, attraverso un modello di regressione lineare che indaga il ruolo svolto da quattro fattori macro-finanziari: il rischio geopolitico, l'incertezza di politica economica, la volatilità implicita del mercato azionario europeo e lo stress finanziario sistemico. L'obiettivo è comprendere se e come diversi fattori di incertezza economica influenzino il sistema finanziario europeo, amplificando o riducendo i fenomeni di comovimento della volatilità tra titoli nel mercato azionario. La scelta dei regressori non è casuale, ma risponde a specifiche motivazioni teoriche ed empiriche consolidate in letteratura²¹.

In primo luogo, viene incluso il GPR (Geopolitical Risk Index) di Caldara e Iacoviello (2022). Come descritto nel capitolo 1, si tratta di un indice *text-based* costruito sulla frequenza con cui compaiono termini legati a minacce ed eventi avversi di natura geopolitica sui principali giornali statunitensi. Ci si aspetta che eventi geopolitici avversi, quali conflitti, tensioni diplomatiche o atti terroristici generino incertezza, che si riflette immediatamente sulle aspettative degli investitori e sui prezzi degli asset, rendendo plausibile un effetto di contagio della volatilità tra le istituzioni finanziarie a più grande capitalizzazione e maggiormente esposte ai mercati internazionali.

In secondo luogo, si considera il GEPU (Global Economic Policy Uncertainty Index). Come il GPR, è un indice *text-based* costruito come media ponderata per il PIL degli indici EPU nazionali di 18 Paesi. Ciascun indice nazionale riflette la frequenza relativa di articoli di giornale che contengono almeno un termine relativo all'economia (E), uno relativo alle policy (P) e uno relativo all'incertezza (U)²². È stato preso l'indice aggiustato per la parità di potere d'acquisto, per fare in modo che l'aggregazione tra Paesi non sia influenzata dai tassi di cambio. In questo caso, ci si aspetta che l'incertezza sulle politiche economiche, monetarie e fiscali future condizioni le decisioni di investimento e le strategie di risk management degli intermediari finanziari; un aumento generalizzato di

²¹ si veda: Pham et al., 2025, *Common volatility in clean energy stocks*, Energy Economics 148

²² Economic Policy Uncertainty, URL: https://www.policyuncertainty.com/global_monthly.html

tale incertezza può tradursi in un incremento sincronizzato della volatilità tra le società del comparto finanziario.

Inoltre, il modello include l'Euro STOXX 50 Volatility (VSTOXX), indice di volatilità implicita del mercato azionario europeo. È basato sui prezzi delle opzioni sull'Euro STOXX 50 disponibili nell'Eurex Exchange e riflette le aspettative di mercato sulla volatilità di breve e lungo periodo grazie al calcolo della radice quadrata della varianza implicita di tutte le opzioni per un dato tempo residuo alla scadenza²³. Essendo una proxy dell'avversione al rischio e delle aspettative di turbolenza dei mercati, esso rappresenta un canale attraverso cui la volatilità aggregata di mercato può propagarsi ai singoli istituti finanziari, alimentando fenomeni di co-volatilità.

Infine, è stato incluso il CISS (Composite Indicator of Systemic Stress), elaborato dalla Banca Centrale Europea (Holló, Kremer e Lo Duca, 2012): tale indicatore cattura in maniera sintetica le condizioni di stress simultaneo su cinque segmenti del sistema finanziario: mercato monetario, obbligazionario, azionario, valutario e degli intermediari; ciascun sottoindice è costruito aggregando un set di indicatori di stress “micro” come spread di mercato e volatilità degli asset. Ciascun sottoindice è inoltre vincolato a includere (al massimo) tre indicatori di stress, in modo tale che l'indicatore composito arrivi a comprendere un totale di 15 singoli indicatori di stress finanziario. In linea di principio, i tre indicatori di stress di ogni sottoindice rilevano uno o più sintomi tipici dello stress finanziario. Inoltre, gli indicatori non dovrebbero trasmettere informazioni identiche ma, per quanto possibile, complementari sul livello di tensione nel medesimo segmento di mercato. Nella scelta degli indicatori ci si basa prevalentemente sulle volatilità realizzate dei rendimenti degli asset (incluse in tutti e cinque i sottoindici) e sugli spread di rischio, per rilevare i principali sintomi di stress finanziario nei vari segmenti di mercato. L'indice CISS risulta particolarmente idoneo a intercettare le fasi di tensione sistemica durante le quali il co-movimento della volatilità tra istituzioni finanziarie tende ad intensificarsi.

La frequenza delle osservazioni è mensile, una scelta motivata da diverse esigenze. In primo luogo, la disponibilità dell'indice GEPV, che viene pubblicato esclusivamente a cadenza mensile, impone di fatto questo vincolo temporale. In secondo luogo, l'aggregazione mensile consente di attenuare il problema della diversa reattività

²³ Euro STOXX 50 volatility, URL: <https://stoxx.com/index/v2tx/>

temporale degli indici GPR e CoVol: mentre il CoVol è un indicatore *market-based* e riflette pertanto istantaneamente le variazioni dei prezzi di mercato, il GPR, essendo costruito su base testuale, sconta un ritardo fisiologico legato ai tempi di diffusione delle notizie sulla stampa. Osservare la relazione tra le due variabili su base mensile, anziché giornaliera, permette di ridurre l'impatto di questo sfasamento temporale, favorendo un confronto più coerente tra le dinamiche dei due indicatori.

Dal punto di vista metodologico, per ciascuna delle variabili considerate è stata condotta una preliminare analisi grafica delle serie storiche, volta a individuarne l'andamento nel tempo e le fasi di maggiore turbolenza. Successivamente, sulla base dei risultati del test di normalità di Jarque-Bera, si è valutata l'opportunità di applicare una trasformazione logaritmica alle serie, al fine di ridurre l'asimmetria e l'eccesso di curtosi e di avvicinarne la distribuzione a quella Normale. È stata inoltre indagata la stazionarietà di ciascuna variabile mediante il test Augmented Dickey-Fuller (ADF), passaggio necessario per garantire la correttezza delle successive stime di regressione ed evitare il rischio di relazioni spurie.

Il modello di regressione è stato stimato con il metodo dei minimi quadrati ordinari (OLS); tuttavia, poiché le serie finanziarie sono frequentemente caratterizzate da eteroschedasticità e autocorrelazione dei residui, le stime dei coefficienti sono state corrette mediante gli errori standard robusti di Newey-West (correzione HAC – Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent), al fine di garantire l'affidabilità statistica delle inferenze.

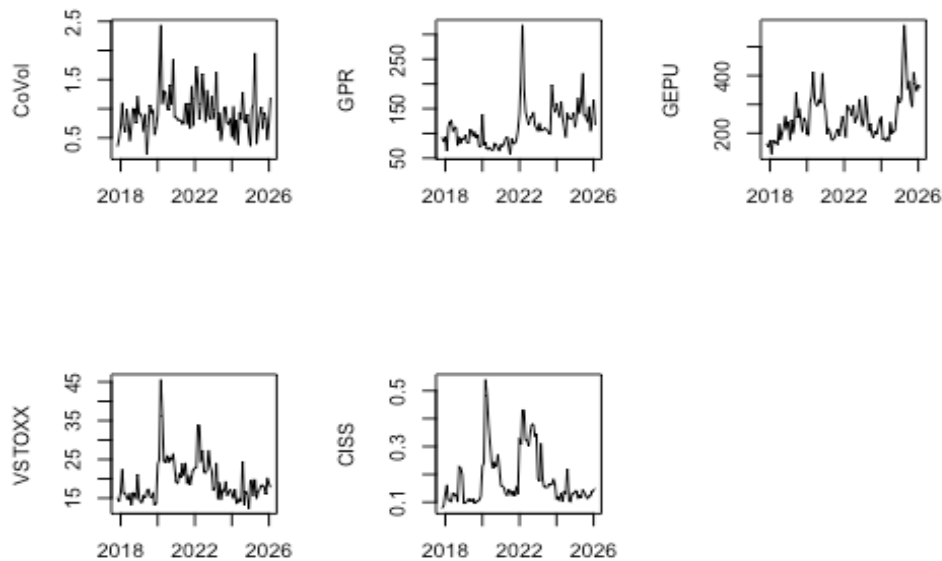
Nei paragrafi successivi si procederà dapprima alla descrizione delle variabili e delle relative trasformazioni, per poi presentare i risultati della stima del modello e la loro interpretazione economica.

4.1 Analisi grafica

Si osserva che nessuna delle serie storiche sembra presentare una chiara componente di trend. La serie GPR mostra un picco significativo in corrispondenza dell'inizio del 2022, coincidente con lo scoppio della guerra russo-ucraina; anche il CISS mostra una fase di dissesto economico persistente nel corso del 2023. L'indice GEPU raggiunge il suo picco nel 2025, in un periodo in cui le tensioni commerciali a livello mondiale hanno acuito l'incertezza economica, soprattutto relativa all'approvvigionamento di gas naturale in

Europa. Gli indici COVOL, VSTOXX e CISS condividono un picco durante lo scoppio della pandemia di Covid-19, che fece registrare una forte contrazione sul mercato azionario di tutto il mondo, compresa l'Europa.

Figura 4.1 - andamento temporale delle variabili

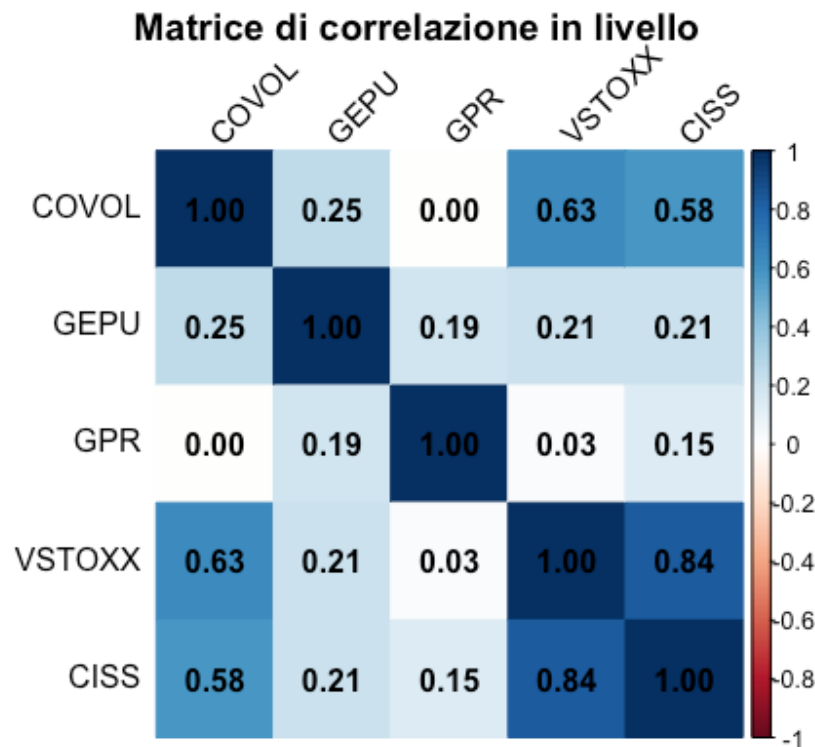


Fonte: elaborazione personale

4.2 Correlazioni

La matrice di correlazione tra le variabili (figura 4.2) mostra che la correlazione tra COVOL e GPR è molto piccola, pari a -0.000338 (valore che nella matrice viene arrotondato). Non sembra esserci quindi un legame lineare tra le due variabili. La correlazione tra GPR e GEPU è piuttosto bassa (0.19), mentre tra CISS e VSTOXX appare elevata (0.84); il motivo va ricercato nella composizione di questi due indici. Essendo infatti entrambi costruiti sulla volatilità di asset negoziati sui mercati regolamentati, la loro composizione è simile; una conferma è data dal loro andamento simile mostrato nella figura 4.1. Si noti inoltre che le correlazioni VSTOXX-COVOL e CISS-COVOL sono abbastanza alte, a dimostrazione che ci potrebbe essere un legame lineare forte in grado di spiegare i movimenti congiunti di volatilità del CoVol.

Figura 4.2 – Matrice di correlazione in livello delle variabili utilizzate nella regressione



Fonte: elaborazione personale

4.3 Regressione OLS

Si procede all'analisi statistica per determinare la stazionarietà e le caratteristiche di normalità e linearità delle variabili esplicative considerate. Tutte le statistiche descrittive, i test di normalità, linearità e stazionarietà, gli istogrammi e gli altri grafici sono riportati nell'Appendice B, per non appesantire la lettura del capitolo. Di tutte le variabili è stata effettuata la trasformazione logaritmica, per correggerne l'asimmetria positiva ed avvicinarle alla normalità, ed è stato effettuato il test di radice unitaria per la verifica della stazionarietà. Appurato che tutti i regressori sono stazionari con il test ADF e l'osservazione degli autocorrelogrammi e autocorrelogrammi parziali, si procede alla loro inclusione nel modello di regressione senza il rischio di ottenere delle relazioni causali spurie. Per evitare errori di specificazione e stime distorte, è stato effettuato anche il controllo di linearità su tutte le variabili con il test Terasvirta. Il modello teorico è il seguente:

$$COVOL_t = \beta_0 + \beta_1 LGPR_t + \beta_2 LGEPU_t + \beta_3 LVSTOXX_t + \beta_4 LCISS_t + \varepsilon_t$$

Le stime sono riportate nella tabella sottostante:

Tabella 4.1 – stime del modello di regressione lineare

Risultati OLS robusti	
Dependent variable:	
covol	
lgpr	-0.065 (0.049)
lgepu	0.102 (0.105)
lvstox	0.580*** (0.166)
lciss	0.204** (0.091)
Constant	-0.664 (1.001)
Observations	100
R2	0.415
Adjusted R2	0.390
Residual Std. Error	0.282 (df = 95)
F Statistic	16.856*** (df = 4; 95)
Note: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01	

Dalla stima del modello emergono come statisticamente significativi al livello del 5% solo i coefficienti di LVSTOXX e LCISS, mentre i parametri di LGPR e LGEPU non risultano significativi neppure al livello del 10%. Il modello nel complesso presenta una buona capacità esplicativa ($R^2 = 0,415$; R^2 aggiustato = 0,390) ed è globalmente significativo ($F = 16,856$; $p < 0,01$), a conferma che, anche se solo due regressori sono significativi, il modello nel suo complesso coglie una parte rilevante della dinamica del CoVol.

Il coefficiente di LVSTOXX ($\hat{\beta}_3 = 0,580$), il più elevato tra i parametri significativi, indica che la volatilità implicita del mercato azionario europeo è uno dei fattori maggiormente associati alla volatilità comune del settore finanziario nel campione analizzato. Questo risultato è coerente con l'interpretazione del settore finanziario come particolarmente esposto agli shock sistemici di mercato, dato il ruolo di intermediazione

e la sensibilità dei bilanci bancari e assicurativi alle oscillazioni dei prezzi degli attivi. Anche il coefficiente di LCISS risulta positivo e significativo, suggerendo che un incremento dello stress finanziario sistemico, così come misurato da un indicatore composito costruito ad hoc sui mercati monetario, obbligazionario, azionario e dei cambi, si associa a un aumento del co-movimento tra i titoli finanziari. Questo risultato supporta l'idea che le fasi di stress sistemico si trasmettano in modo relativamente omogeneo tra le istituzioni finanziarie, provocando effetti spillover tra di esse.

Al contrario, LGPR e LGEPU non mostrano un effetto significativo sul CoVol in questo campione. Tale risultato non dimostra che l'incertezza geopolitica ed economica sia priva di effetti, né che questi siano assorbiti dagli indicatori *market-based*. Una possibile interpretazione è che l'incertezza geopolitica ed economica, per come viene rilevata da indicatori *text-based* costruiti sulla frequenza di notizie sulla stampa, si traduca in un impatto sui mercati finanziari solo nella misura in cui questa si riflette già negli indicatori *market-based* (VSTOXX, CISS), che per costruzione incorporano in tempo reale le reazioni di prezzo a qualunque tipo di shock, inclusi quelli geopolitici o di policy. Questa lettura è coerente con quanto osservato da Karagozoglu et al. (2022, p.252), che rilevano come il CoVol risponda alle nuove informazioni disponibili più tempestivamente del GPR. Non si possono comunque escludere spiegazioni alternative, come la limitata potenza statistica del campione o l'omissione di altri possibili fattori determinanti non inclusi nella specificazione del modello qui adottata.

Data l'elevata correlazione tra le variabili LVSTOXX e LCISS individuata nella matrice di correlazione, che può indicare un rischio di collinearità tra i due regressori, viene fatta un'analisi di robustezza in cui uno dei due regressori viene escluso alternativamente dal modello (si veda la tabella 4.2). Le due stime che si ottengono confermano la significatività statistica di LVSTOXX e LCISS, sebbene il calo dell' R^2 aggiustato denoti una perdita informativa. Si osserva inoltre che nelle specificazioni ridotte l'intercetta risulta significativa e assume valori molto diversi fra loro (da -2,139 nel modello con sola LVSTOXX a +1,607 nel modello con sola LCISS). Questa instabilità si può attribuire all'elevata correlazione tra LVSTOXX e LCISS ($\rho = 0,84$): quando una delle due variabili viene esclusa, l'intercetta si riaggiusta meccanicamente per compensare, in parte, l'effetto medio della variabile omessa, coerentemente con la relazione algebrica che lega l'intercetta OLS ai coefficienti e alle medie campionarie dei regressori. L'intercetta rappresenta quindi un'estrapolazione priva di un chiaro significato economico, e la sua

variazione tra specificazioni non deve essere interpretata come evidenza sostanziale sul livello di base del CoVol, ma piuttosto come un effetto collaterale della marcata correlazione tra le due variabili LVSTOXX e LCISS.

Tabella 4.2 – analisi di robustezza del modello di regressione

Analisi di robustezza: esclusione alternata di VSTOXX e CISS		
Dependent variable:		
	covol	
	Solo VSTOXX (1)	Solo CISS (2)
lgpr	-0.031 (0.094)	-0.129 (0.095)
lgepu	0.116 (0.107)	0.136 (0.110)
lvstoxx	0.877*** (0.122)	
lciss		0.456*** (0.068)
Constant	-2.139*** (0.701)	1.607** (0.728)
Observations	100	100
R2	0.393	0.363
Adjusted R2	0.374	0.343
Residual Std. Error (df = 96)	0.285	0.293
F Statistic (df = 3; 96)	20.749***	18.204***
Note:	*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01	

In sintesi, i risultati suggeriscono che il modello CoVol finanziario europeo, essendo un indicatore *market-based*, risponde principalmente a misure di rischio e stress anch'esse di matrice finanziaria (VSTOXX, CISS), mentre non emerge nel campione una componente distinta e autonoma riconducibile a fattori di incertezza geopolitica o di policy economica rilevati tramite indicatori testuali. Questo non implica necessariamente che tali fattori siano irrilevanti per la volatilità comune del settore, quanto piuttosto che il loro effetto, se presente, potrebbe essere già assorbito dagli indicatori di mercato inclusi nel modello.

CONCLUSIONI

Il presente lavoro di tesi ha affrontato il tema del rischio geopolitico all'interno del sistema finanziario europeo, con l'obiettivo di indagarne la rilevanza e di individuare e confrontare le misure più adatte a quantificarlo. Il lavoro ha affrontato il tema dapprima da un punto di vista teorico-compilativo, ripercorrendo i canali di trasmissione del rischio geopolitico e il relativo dibattito in letteratura, per poi svilupparne un'applicazione empirica attraverso l'implementazione del modello CoVol. Il filo conduttore dell'elaborato è stata la volontà di analizzare la volatilità comune del settore finanziario europeo attraverso il modello CoVol, e di verificare in che misura tale dinamica possa essere ricondotta al rischio geopolitico, spiegato attraverso indicatori *text-based* come l'indice GPR di Caldara e Iacoviello, anche in relazione ad altre fonti di incertezza economica e finanziaria.

La rassegna della letteratura ha mostrato come l'indice GPR catturi con accuratezza la frequenza e l'intensità degli eventi geopolitici avversi, sia a livello geografico che temporale, e come un rischio geopolitico più elevato sia associato a una contrazione degli investimenti aziendali e a una maggiore probabilità che si verifichi un disastro economico. A livello settoriale, il credito bancario è risultato complessivamente più resiliente agli shock geopolitici che all'incertezza economica generale, sebbene il rischio geopolitico resti comunque associato a una minore stabilità bancaria e a condizioni di finanziamento più onerose; va da sé che i *buffer* di capitale previsti dagli accordi di Basilea si confermano uno strumento efficace di assorbimento delle perdite inattese. Sul piano empirico, il fattore latente di volatilità comune estratto tramite Analisi delle Componenti Principali ha mostrato una reazione tempestiva ai principali eventi di stress sistemico dell'ultimo decennio (dalla pandemia di Covid-19 all'invasione russa dell'Ucraina), con un'esposizione al fattore comune positivamente correlata con la capitalizzazione di mercato delle società, elemento rilevante per le strategie di *asset allocation* e *risk management*. Il modello di regressione lineare costruito per indagare i fattori di rischio sottostanti al CoVol ha tuttavia evidenziato come solo la volatilità implicita del mercato azionario europeo e lo stress finanziario sistemico risultino statisticamente significativi nello spiegarne le variazioni, mentre le misure testuali di incertezza geopolitica ed economica non mostrano un effetto significativo. Questa evidenza empirica conferma che le misure *market-based*, pur intercettando con efficacia e immediatezza le reazioni del

mercato agli shock comuni, tendano ad assorbire la volatilità sistemica complessiva, dimostrandosi poco efficaci nell'isolare in maniera specifica la componente di rischio geopolitico. Quindi, in base al campione e alla specificazione considerata, non emerge una relazione statisticamente significativa autonoma tra GPR e CoVol. Tale risultato non implica l'assenza di una rilevanza finanziaria del rischio geopolitico, peraltro testimoniata dalla letteratura empirica, che documenta un effetto significativo del rischio geopolitico sulla volatilità di petrolio e mercati azionari. Una possibile interpretazione è che parte dell'informazione geopolitica sia già incorporata negli indicatori basati sui prezzi inclusi come regressori di controllo. Si tratta tuttavia di un'ipotesi non verificata direttamente dal presente elaborato; la sola significatività statistica dei regressori *market-based* non consente di escludere un ruolo delle misure testuali in altre specificazioni, orizzonti temporali o campioni.

Questo esito si inserisce nel dibattito tra misure *text-based* e *market-based* del rischio geopolitico e dell'incertezza economica, senza fornire un'evidenza chiara sulla superiorità dell'una sull'altra. Le due categorie di indicatori colgono infatti aspetti diversi: le misure testuali riflettono la natura e l'origine degli shock, mentre quelle *market-based* ne rilevano la trasmissione immediata sui prezzi. È opportuno, quindi, monitorare questi indicatori in maniera congiunta e complementare, proprio perché colgono aspetti differenti del fenomeno: mentre le misure *market-based* restituiscono una fotografia istantanea, ma incapace di cogliere la natura degli shock, le misure *text-based* permettono di ricondurre lo stress osservato a una causa specifica, come la matrice geopolitica, offrendo così una chiave di lettura del movimento congiunto degli asset. In quest'ottica, un monitoraggio efficace della stabilità finanziaria dovrebbe affiancare alle misure *market-based*, più adatte all'*early warning* in senso stretto, l'osservazione di quelle *text-based*, indispensabili per l'analisi delle cause e per la contestualizzazione degli episodi di stress sistemico.

Il presente lavoro presenta tuttavia alcuni limiti, ai quali si associano altrettanti possibili sviluppi futuri. Un primo limite riguarda la lunghezza contenuta della serie storica del fattore comune di volatilità, che copre circa un decennio di osservazioni mensili: tale vincolo temporale ha imposto di limitare il numero di regressori inclusi nel modello, al fine di preservare la robustezza e i gradi di libertà delle stime, riducendo la possibilità di cogliere relazioni più articolate, effetti non lineari o dinamiche di lungo periodo.

Un'estensione della serie temporale del fattore CoVol, ottenibile con un programma più sofisticato in cui ogni azienda entra nel CoVol alla data della sua quotazione in borsa, permetterebbe di ampliare il numero di osservazioni disponibili e, di conseguenza, di includere un numero maggiore di regressori nel modello, migliorandone la capacità esplicativa. In questa direzione, un possibile sviluppo consiste nell'adozione di tecniche di stima non lineari, quali la regressione quantilica, già impiegata in letteratura per indagare il legame tra rischio geopolitico e stress finanziario, che permetterebbe di verificare se l'effetto delle variabili esplicative sul CoVol vari lungo la distribuzione, cogliendo eventuali relazioni più marcate nelle fasi di maggiore turbolenza dei mercati.

Un secondo limite riguarda la composizione del campione, circoscritto al solo settore finanziario europeo. Tale scelta, più che una restrizione, riflette una precisa scelta metodologica: si è preferito concentrare l'analisi su un singolo comparto di elevata rilevanza sistemica, per il quale la costruzione del fattore CoVol rappresenta un contributo originale, piuttosto che ricorrere a una misura di volatilità comune generica e aggregata, peraltro già ampiamente documentata e disponibile in letteratura e online. Resta comunque aperta la possibilità di estendere l'approccio ad altri settori: un possibile sviluppo futuro potrebbe consistere nell'indagine della diversa esposizione al rischio geopolitico delle singole aziende del campione, verificando se caratteristiche quali il settore di appartenenza, la dimensione, il grado di internazionalizzazione o l'esposizione all'instabilità geopolitica ne influenzino la sensibilità al fattore comune. Inoltre, si potrebbero utilizzare più fattori CoVol settoriali, al fine di confrontarne la dinamica e, aggregandoli, valutare eventuali fenomeni di contagio intersettoriale. Un ultimo filone potrebbe infine consistere nel confronto sistematico tra il CoVol e altri indicatori di rischio e incertezza, sia *text-based* sia *market-based*, non considerati in questo lavoro, per individuare la combinazione di misure più efficace ai fini del monitoraggio congiunto del rischio geopolitico e della stabilità finanziaria.

Dal punto di vista delle implicazioni per i policy makers, i risultati suggeriscono che il monitoraggio in tempo reale della stabilità del settore finanziario europeo debba fare affidamento principalmente su indicatori *market-based*, quali la volatilità implicita del mercato azionario e gli indici di stress sistemico, dimostratisi i più reattivi agli shock comuni, affiancandoli però alle misure *text-based* per la comprensione strutturale dell'origine e della natura degli shock. Alla luce dell'evidenza sull'eterogeneità della

risposta del sistema bancario, regolatori e banche centrali dovrebbero inoltre continuare a promuovere il mantenimento di adeguati *buffer* di capitale, sostenendo in particolare le banche domestiche *less significant* nei periodi di maggiore incertezza, mentre politiche economiche stabili e prevedibili restano lo strumento più efficace per contenere gli effetti dell'incertezza economica generale su investimenti e credito.

In definitiva, il rischio geopolitico si conferma una fonte di instabilità per il sistema finanziario europeo rilevante ma difficile da quantificare: più che un motore diretto e misurabile della volatilità comune, esso agisce come una delle molteplici componenti di incertezza che i mercati finanziari, attraverso i prezzi, sintetizzano ed elaborano in tempo reale.

BIBLIOGRAFIA

Behn, M., J. H. Lang e A. Reghezza (2025), *120 years of insight: geopolitical risk and bank solvency*, Economics Letters 247, 112168

Brooks, C. (2008), *Introductory econometrics for finance* (2nd ed.), Cambridge University Press

Bruno, B., T. Beck e E. Carletti (2025), *The impact of geopolitical shocks on banks' financial soundness in the Banking Union*, Bruxelles, Parlamento Europeo

Buch, C. (2024), *Global rifts and financial shifts: supervising banks in an era of geopolitical instability*, Keynote speech tenuto all'ottava conferenza annual dell'European Systemic Risk Board (ESRB), "New Frontiers in Macroprudential Policy", Frankfurt am Main, 26/09/2024,
URL:https://www.bankingsupervision.europa.eu/press/speeches/date/2024/html/ssm.sp240926_1~ebf2df6685.en.html [14/05/2026]

Caldara, D., e M. Iacoviello (2022), *Measuring geopolitical risk*, American Economic Review 112 (4), 1194–1225

Chu M.M., E. Wang, S. Bu e X. Chen (2025), *China strikes back at Trump with own tariffs, export curbs*, Reuters, 4/04/2025,
URL: <https://www.reuters.com/world/china-impose-tariffs-34-all-us-goods-april-10-2025-04-04/> [25/09/2026]

De Luca, G., B. L. Del Gaudio, e A. P. Di Iorio (2025), *Geopolitical risk and financial stress*, The North American Journal of Economics and Finance 80, 102510

Demir, E. e G. Ozturk Danisman (2021), *The impact of economic uncertainty and geopolitical risks on bank credit*, The North American Journal of Economics and Finance 57, 101444

Engle, R. F. (1982), *Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation*, *Econometrica* 50 (4), 987–1007

Engle, R. F. e S. Campos-Martins (2023), *What are the events that shake our world? Measuring and hedging global volatility risk*, *Journal of Econometrics* 147, 221–242

Hollò D., M. Kremer e M. Lo Duca (2012), *CISS – a composite indicator of systemic stress in the financial system*, Working Paper Series 1426, European Central Bank

Karagozoglu, A. K., N. Wang, e T. Zhou (2022), *Comparing geopolitical risk measures*, *Journal of Portfolio Management*, 48(10), 226-257

Nguyen, T. C. e T. H. Thuy (2023), *Geopolitical risk and the cost of bank loans*, *Finance Research Letters* 54, 103812

Noguera-Santaella, J. (2016), *Geopolitics and the oil price*, *Economic Modelling* 52, 301–309

Pham L., S. Pham, H. Do, E. Bissoondoyal-Bheenick e R. Brooks, *Common volatility in clean energy stocks*, *Energy Economics* 148

Phan, D. H. B., V. T. Tran e B. N. Iyke (2022), *Geopolitical risk and bank stability*, *Finance Research Letters* 46, 102453

Ponciano J. (2020), *Stocks Surge Worldwide To New All-Time Highs After Pfizer Says Covid-19 Vaccine Candidate 90% Effective*, *Forbes*, 09/11/2020,

URL: <https://www.forbes.com/sites/jonathanponciano/2020/11/09/stocks-surge-worldwide-to-new-all-time-highs-after-pfizer-says-covid-19-vaccine-candidate-90-effective/> [25/09/2026]

Qin, Y., K. Hong, J. Chen e Z. Zhang (2020), *Asymmetric effects of geopolitical risks on energy returns and volatility under different market conditions*, *Energy Economics* 90, 104851

Resti A. e A. Sironi (2005), *Rischio e valore nelle banche*, Egea, Milano

Shan L.S. (2023), *Credit Suisse chair says SVB crisis looks contained, rejects talk of government assistance*, CNBC, 15/03/2023,

URL: <https://www.cnn.com/2023/03/15/credit-suisse-chairman-says-silicon-valley-bank-crisis-looks-contained.html> [25/09/2026]

Smales, L.A. (2021), *Geopolitical risk and volatility spillovers in oil and stock markets*, The Quarterly Review of Economics and Finance 80, 358–366

Tappe A. (2021), *Dow logs worst day in over a year as fears over new Covid-19 variant grip global markets*, CNN Business, 26/11/2021,

URL: <https://edition.cnn.com/2021/11/26/investing/dow-stock-market-today-covid-variant> [25/09/2026]

Zhang, Y., J. He, M. He e S. Li (2023), *Geopolitical risk and stock market volatility: A global perspective*, Finance Research Letters 53, 103620

RIFERIMENTI WEB

Euro STOXX 50 volatility, URL: <https://stoxx.com/index/v2tx/> [25/09/2026]

International Monetary Fund (2026), *World Economic Outlook: global economy in the shadow of war*. Washington, DC, IMF, URL: <https://www.imf.org/en/publications/WEO/Issues/2026/04/14/world-economic-outlook-april-2026> [17/09/2026]

NYU Stern Volatility Laboratory (V-Lab), *COVOL - Global Volatility Risk Index*, URL: <https://vlab.stern.nyu.edu/covol> [09/07/2026]

OECD (2026), *OECD Economic Outlook, Interim Report March 2026: Testing Resilience*, Parigi, OECD Publishing, URL: https://www.oecd.org/en/publications/oecd-economic-outlook-interim-report-march-2026_d4623013-en.html [15/09/2026]

World Economic Forum (2026), *Global Risks Report 2026* (21st ed.). Ginevra, World Economic Forum, URL: <https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2026> [15/09/2026]

APPENDICE A

Azienda	Settore	Paese	Peso (%)
BCO SANTANDER	Banks	Spain	9,69017
ALLIANZ	Insurance	Germany	8,51393
BCO BILBAO VIZCAYA ARGENTARIA	Banks	Spain	6,80967
UNICREDIT	Banks	Italy	6,70252
BNP PARIBAS	Banks	France	5,89568
INTESA SANPAOLO	Banks	Italy	5,28259
ING GRP	Banks	Netherlands	4,56400
AXA	Insurance	France	4,18962
MUENCHENER RUECK	Insurance	Germany	3,43944
GRP SOCIETE GENERALE	Banks	France	3,32938
DEUTSCHE BANK	Banks	Germany	3,32337
NORDEA BANK	Banks	Finland	3,16218
ASSICURAZIONI GENERALI	Insurance	Italy	2,59722
DEUTSCHE BOERSE	Financial Services	Germany	2,54084
CAIXABANK	Banks	Spain	2,49585
ERSTE GROUP BANK	Banks	Austria	1,97234
COMMERZBANK	Banks	Germany	1,48087
KBC GRP	Banks	Belgium	1,48071
BANCA MONTE DEI PASCHI	Banks	Italy	1,34409
ABN AMRO BANK	Banks	Netherlands	1,30115
AIB GROUP	Banks	Ireland	1,27377
SAMPO	Insurance	Finland	1,25446
BPER Banca	Banks	Italy	1,10158
NN GROUP	Insurance	Netherlands	1,10077
CREDIT AGRICOLE	Banks	France	1,09268
BANCO BPM	Banks	Italy	0,98341
BANK OF IRELAND GROUP	Banks	Ireland	0,93921
BCO SABADELL	Banks	Spain	0,87918
FINECOBANK	Banks	Italy	0,78589
HANNOVER RUECK	Insurance	Germany	0,78587
POSTE ITALIANE	Financial Services	Italy	0,75615
BAWAG GROUP AG	Banks	Austria	0,73683
EURONEXT	Financial Services	France	0,65037
AGEAS	Insurance	Belgium	0,61074
ASR NEDERLAND NV	Insurance	Netherlands	0,54806
UNIPOL ASSICURAZIONI	Insurance	Italy	0,54731
BANKINTER	Banks	Spain	0,54147
BCO COMERCIAL PORTUGUES	Banks	Portugal	0,51064
AEGON	Insurance	Netherlands	0,50916
RAIFFEISEN BANK INTERNATIONAL	Banks	Austria	0,38874
TALANX	Insurance	Germany	0,35453

GRP BRUXELLES LAMBERT	Financial Services	Belgium	0,32850
AMUNDI	Financial Services	France	0,30469
SCOR	Insurance	France	0,28299
BANCA MEDIOLANUM	Financial Services	Italy	0,27319
AZIMUT HLDG	Financial Services	Italy	0,23767
MAPFRE	Insurance	Spain	0,22041
BCA GENERALI	Banks	Italy	0,21318
SOFINA	Financial Services	Belgium	0,20561
UNICAJA BANCO S.A.	Banks	Spain	0,19806
FLATEXDEGIRO N	Financial Services	Germany	0,18719
KBC ANCORA	Banks	Belgium	0,17261
WENDEL	Financial Services	France	0,11801

APPENDICE B

Analisi statistica delle variabili del modello

Si procede all'analisi statistica per determinare la stazionarietà e le caratteristiche di normalità e linearità delle variabili esplicative considerate. Sono riportati anche i principali risultati dei test ADF ed i grafici ritenuti più esplicativi.

Tabella B.1 – Statistiche descrittive e test di normalità (Jarque-Bera) al livello di significatività $\alpha = 5\%$

Serie	Asimmetria	Curtosi	Jarque-Bera	p-value	Adottata
GPR	1,814	6,013	216,46	< 0,001	No
log(GPR)	0,474	0,293	4,40	0,111	Sì
GEPU	1,215	1,979	43,38	< 0,001	No
log(GEPU)	0,417	-0,194	3,07	0,215	Sì
VSTOXX	1,803	5,061	169,55	< 0,001	No
log(VSTOXX)	0,833	0,762	14,84	0,001	Sì
CISS	1,541	1,762	55,20	< 0,001	No
log(CISS)	0,831	-0,328	12,17	0,002	Sì
COVOL	1,195	2,600	55,22	< 0,001	Sì

Nota: curtosi in eccesso rispetto alla Normale

Tabella B.2 – Test di stazionarietà (ADF) e di linearità (Terasvirta), entrambi al livello di significatività $\alpha = 5\%$

Serie	Modello ADF	τ	Valore critico (5%)	Stazionaria	Teräsvirta p-value	Lineare
log(GPR)	trend	-4,778	-3,45	Sì	0,252	Sì
log(GEPU)	drift	-3,585	-2,89	Sì	0,519	Sì
log(VSTOXX)	drift	-4,672	-2,89	Sì	0,071	Sì
log(CISS)	drift	-3,346	-2,89	Sì	0,309	Sì
COVOL	nessuna	-2,148	-1,95	Sì	0.506	Sì

Nota: trend = costante e trend, drift = sola costante, nessuna = né costante né trend

B.1 Geopolitical Risk Index (GPR)

La serie GPR presenta forte asimmetria positiva e leptocurtosi (Tab. B.1), e il test di Jarque-Bera rifiuta la normalità. La trasformazione logaritmica riporta asimmetria e curtosi su valori contenuti e il test non rifiuta più H_0 ($p = 0,111$): si adotta quindi $\log(\text{GPR})$. Il test ADF, con trend significativo ($p = 0.009$), rifiuta la radice unitaria al 5%: la serie è stazionaria attorno a un trend deterministico e può essere usata nell'OLS senza rischio di regressione spuria. Il test di Terasvirta non rifiuta la linearità ($p = 0,252$)

Grafico B.1 - istogramma GPR

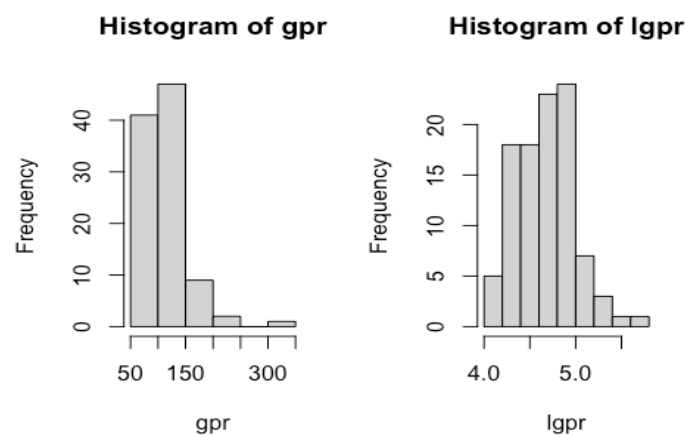
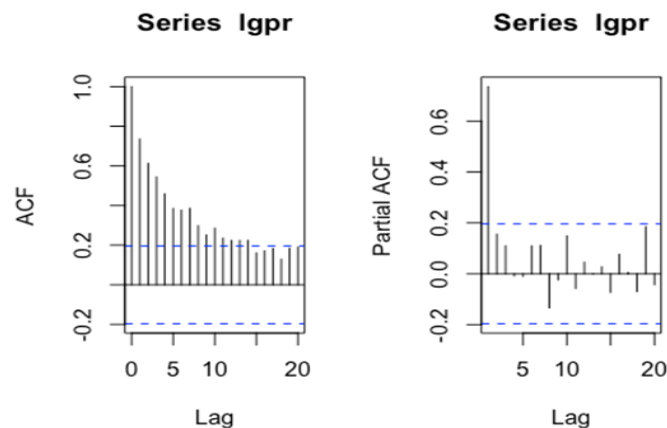


Grafico B.2 - ACF e PACF di LGPR



B.2 Global Economic Policy Uncertainty Index (GEPU)

La variabile GEPU presenta asimmetria positiva ed eccesso di curtosi (asimmetria 1,215; curtosi 1,979); il test di Jarque-Bera rifiuta l'ipotesi di normalità ($\chi^2 = 43,38$; $p < 0,001$; tabella B.1). La trasformazione logaritmica avvicina la distribuzione ai parametri della Normale, come mostrano l'istogramma (grafico B.3) e il test di normalità, che in questo caso non rifiuta l'ipotesi nulla ($p = 0,215$). Si adotta quindi $\log(\text{GEPU})$.

Il test ADF con trend non rifiuta l'ipotesi di radice unitaria al 5%; non risultando il trend statisticamente significativo, il test viene ripetuto con la sola intercetta, confermando la stazionarietà della serie (Tabella B.2). La serie è quindi stazionaria con drift e non richiede la differenziazione. I grafici ACF e PACF (grafico B.4) confermano il risultato, e il test di Terasvirta non rifiuta la linearità in media ($p = 0,519$).

Grafico B.3 - istogrammi di GEPU e LGEPU

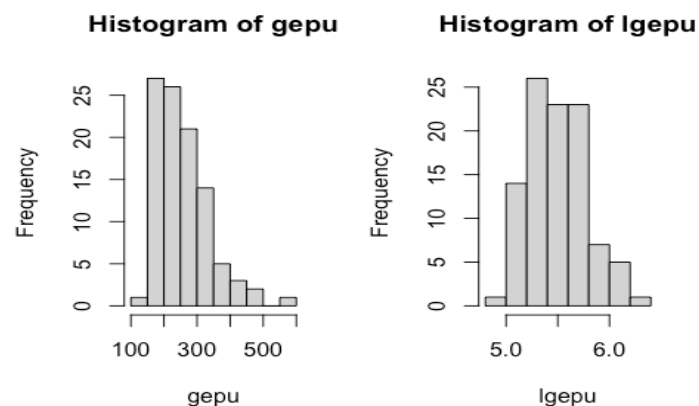
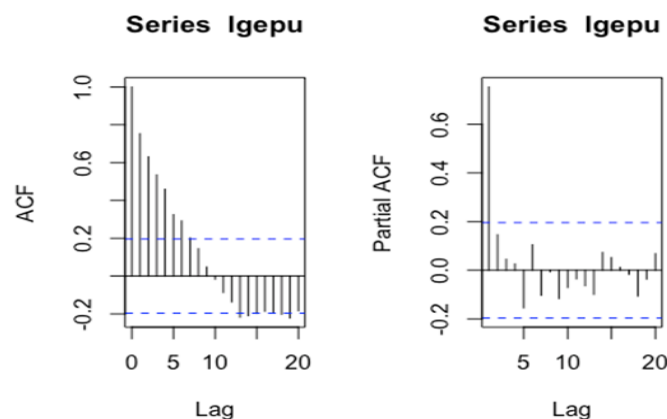


Grafico B.4 - ACF e PACF di LGEPU



B.3 Euro STOXX 50 Volatility (VSTOXX)

Nel caso della variabile VSTOXX, la trasformazione logaritmica porta solo ad un miglioramento nella distribuzione delle osservazioni (Grafico B.5), ma il test di Jarque Bera rifiuta l'ipotesi nulla ($p=0.001$). Si sceglie di adottare la trasformata logaritmica lo stesso per garantire una migliore confrontabilità di tutte le variabili esogene. Il test ADF indica che la serie di VSTOXX è stazionaria con media non nulla al livello di significatività del 5% (si veda anche Grafico B.6). Il test di Terasvirta accetta l'ipotesi di linearità (tabella B.2).

Grafico B.5 – istogrammi di VSTOXX e LVSTOXX

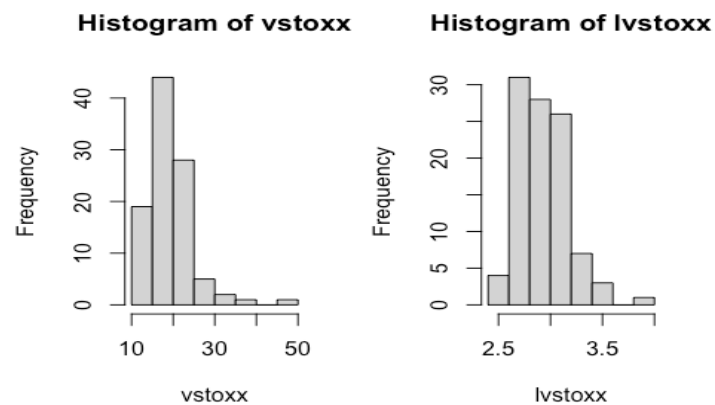
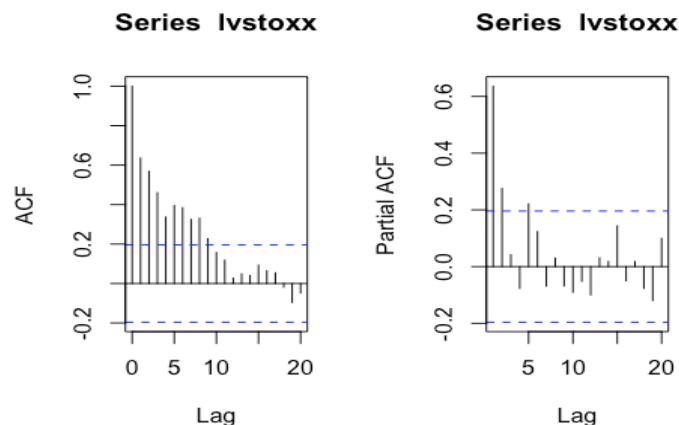


Grafico B.6 - ACF e PACF di LVSTOXX



B.4 Composite Indicator of Systemic Stress (CISS)

Analogamente a VSTOXX, anche la variabile CISS presenta una asimmetria positiva e una leptocurtosi che viene solo attenuata dalla trasformazione logaritmica, che viene comunque scelta per un migliore confronto nella regressione statica finale. Il test ADF mostra che la serie è stazionaria con media non nulla, per cui la serie non necessita di ulteriori trasformazioni in differenza. La serie è lineare.

Grafico B.7 – istogrammi di CISS e LCISS

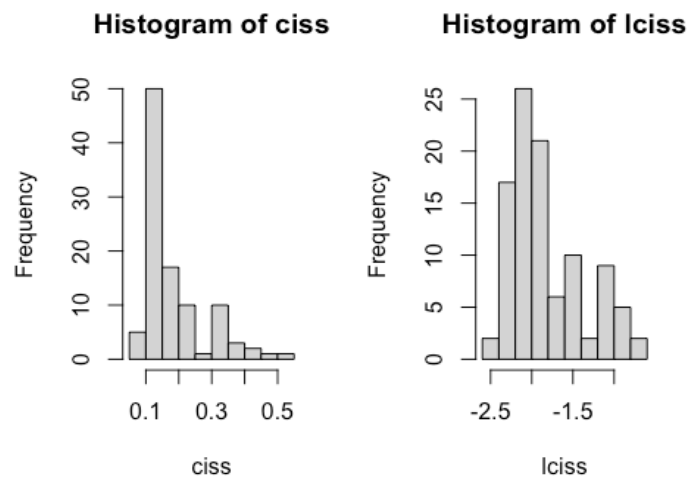
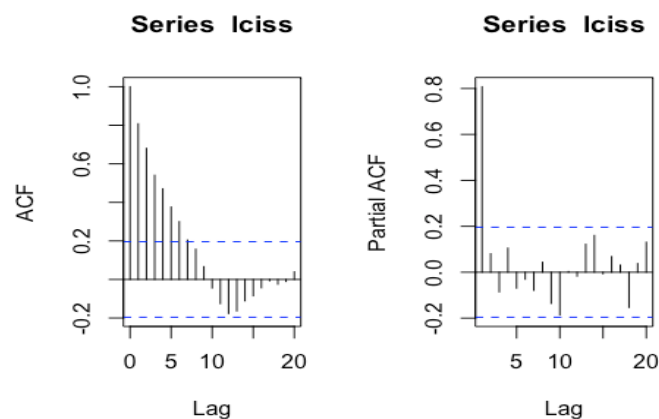


Grafico B.8 – ACF e PACF di LCISS



B.5 Common Volatility (COVOL)

La serie COVOL è leptocurtica e con asimmetria positiva. Il test di Jarque Bera, applicato e alla serie CoVol e alla trasformata logaritmica, rifiuta in entrambi i casi l'ipotesi di normalità. Si sceglie di tenere la serie senza la trasformazione logaritmica per una migliore interpretazione economica: nel modello CoVol i valori estremi sono i fenomeni di maggior interesse, ma nella trasformata logaritmica vengono attenuati, causando una perdita di informazione. Il test ADF e gli autocorrelogrammi (Grafico B.10) mostrano che la serie è stazionaria, ed è quindi utilizzabile ai fini della stima nel modello di regressione.

Grafico B.9 - istogramma di COVOL

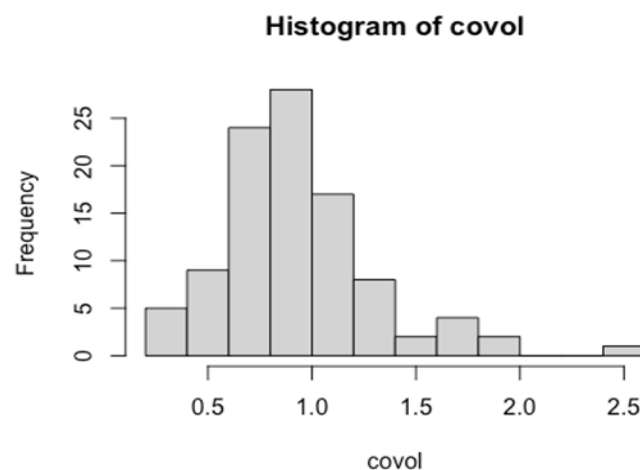


Grafico B.10 – ACF e PACF di COVOL

