



Corso di laurea in Economia e Finanza

Cattedra di Economia e Gestione degli
Intermediari Finanziari (corso progredito)

L'impatto del Rischio Geopolitico sulla stima
della Probabilità di Default: un'analisi empirica

RELATORE

Prof. Domenico Curcio

CORRELATORE

Prof. Edoardo Maria Venosi

CANDIDATO
Matteo Danieli
Matr. 782151

Anno Accademico 2024/2025

Indice

Introduzione	V
CAPITOLO 1 - Il rischio di credito.....	9
1. Perdita Attesa e Perdita Inattesa	9
1.1 LGD	10
1.2 EAD	13
1.3 Stima della PD - I modelli di Scoring.....	14
1.4 Stima della PD - I modelli basati sul mercato dei capitali.....	25
CAPITOLO 2 - Il rischio geopolitico e i suoi effetti sull'economia.....	30
1. Introduzione	30
2. Analisi di studi di riferimento precedenti.....	31
2.1 Il peso dell'incertezza della politica economica sulla stabilità bancaria	33
2.2 Incertezza sulla politica economica e rischio bancario	35
2.3 Il legame tra gli accantonamenti per perdite su prestiti e l'incertezza finanziaria.....	35
2.4 Il nesso tra patrimonio bancario e l'incertezza economica	36
2.5 Il legame tra gli investimenti privati e il rischio geopolitico	39
2.6 Il rapporto tra la volatilità del greggio e il rischio geopolitico	40
2.7 L'impatto del rischio geopolitico sullo sviluppo finanziario.....	41
2.8 Il nesso tra il livello di globalizzazione e il rischio geopolitico	41
3. Stress Test – BCE.....	43
4. Shock geopolitici recenti	52
CAPITOLO 3 - Analisi Empirica	56
1. Introduzione	56
2. Campione di Sviluppo e di Validazione.....	56
3 Analisi e Modelli.....	60
3.1 Campione di Sviluppo	60
3.2 Campione di Validazione.....	69
Conclusioni	72
Codice Sorgente	74
Bibliografia e Sitografia	78

Introduzione

La gestione dei rischi e la trasformazione delle scadenze¹ sono da sempre attività essenziali e intrinseche all'attività bancaria. Essa costituisce un fattore determinante della crescita economica e per questo motivo le metodologie tramite le quali si esplicano le funzioni sopra citate sono di imprescindibile valore. Ciò diventa ancor più evidente per le nazioni con economie avanzate, le quali necessitano per operare di grandi quantità di capitali. Si rende palese l'indisponibilità di queste enormi somme in capo a singoli investitori i quali, invece, sono obbligati a raccoglierle in svariate modalità. Esiste la possibilità, per queste persone, di associarsi e godere dell'unione dei corrispettivi fondi, ma ciò comporta spesso problemi di tipo organizzativo (ad esempio questioni di fiducia interpersonale) e potrebbe comunque non essere sufficiente per il settore economico nel quale si vorrebbe iniziare ad operare. Spesso gli imprenditori non sono disposti a condividere parte della proprietà del capitale aziendale con altri soggetti, diventa perciò impensabile associare decine/centinaia di individui al fine di creare un unico fondo. Si individua così necessaria un'istituzione, in grado di rispondere alle due esigenze sopra menzionate: apportare capitale e rimanere estranei alla proprietà aziendale. Negli ultimi decenni sono nate diverse istituzioni di questo tipo ma quella che, potremmo dire, è naturalmente individuata ad assolvere il compito è la banca. Essa riesce a colmare il vuoto fiduciario tra i prestatori e prenditori di fondi, a gestire i flussi di cassa che ne derivano, ad aumentare l'attività economica e a creare valore anche per sé stessa.

Le forme tecniche adottate per trasferire capitali ai prenditori finali sono in genere di lunga-media durata mentre quelle utilizzate per raccogliere dagli individui in surplus finanziario sono in genere di breve durata. Questo mismatch temporale individua quell'attività di trasformazione delle scadenze indicata,

¹ Confronta Hicks, J., 1946, Value and Capita: An Inquiry into some Fundamental Principles of Economic Theory, Oxford: Clarendon Press

prima, come naturale per l'attività bancaria. Inoltre, se da un lato le banche possono avere interesse (maggior profittabilità) ad aumentare il grado di trasformazione delle scadenze² dall'altro questo porta a problemi di stabilità finanziaria, sia dal punto di vista della singola banca sia (a maggior ragione se di grande dimensione) dell'intero sistema economico.

Si rende necessario, quindi, porre alcune regole/limiti all'assunzione di rischi.

Oltre alla diversa *maturity*, le attività di raccolta ed impiego sono caratterizzate anche da un diverso grado di rischiosità. Ciò sia tra le classi sia nelle classi. Certamente le attività di impiego sono affette maggiormente dal rischio di credito ma anche quelle di raccolta lo sono da un certo punto di vista. Si pensi ad una situazione nella quale il merito creditizio della banca stessa stia deteriorandosi, i prestatori di fondi (e quindi i loro *assets*) saranno pronti a lasciare il prima possibile il perimetro della banca.

Negli ultimi decenni, le autorità di vigilanza e il management bancario, hanno progressivamente integrato nei loro processi decisionali nuovi fattori di rischio. Uno di questi è il rischio geopolitico, ovvero gli eventi avversi derivanti da eventi di guerra, terrorismo, ecc... . In questa tesi si cercherà di comprendere se il geopolitico è un fattore di vero rischio per l'economia e per i portafogli creditizi delle banche, e si proverà ,tramite un semplice esercizio, di capire se l'inclusione di una variabile "tematica" (legata al rischio geopolitico) possa portare effetti positivi sulla stima della PD.

² Confronta: Brunnermeier, M.K., and M. Oehmke, 2013, The Maturity Rat Race, The Journal of Finance, 68(2), 483–521

CAPITOLO 1

Il rischio di credito

1. Perdita Attesa e Perdita Inattesa³

Il rischio di Credito è un concetto di apparente nozione comune, è però usato in ambito finanziario con un'accezione leggermente diversa. Esso può essere definito come la possibilità che il valore corrente dell'attività creditizia possa essere minore del valore iniziale. Questa variazione può essere scomposta in due componenti: perdita attesa e perdita inattesa. Quando si parla di rischio di credito si sta facendo riferimento unicamente alla porzione inattesa, la perdita attesa entra a fare parte del patrimonio informativo della banca, la quale userà quest'informazione riflettendola sul pricing dell'operazione.

Le banche non hanno molto margine nella gestione delle perdite su crediti già manifestate, che avviene tramite imputazione diretta a conto economico⁴. Tuttavia, nel caso delle perdite potenziali le banche devono dotarsi di adeguati sistemi di calcolo per quantificare e attuare giuste politiche di accantonamento per le perdite attese⁵.

Il calcolo della perdita attesa è il seguente:

$$\text{Expected Loss} = PD \cdot LGD \cdot EAD$$

³ Per la stesura del capitolo si è fatto riferimento al libro "Rischio e valore nelle Banche" di A. Resti e A. Sironi

⁴ Confronta: Moderari SRL, La Gestione Delle Perdite Attese E Delle Perdite Inattese Per Gli Intermediari Bancari E Finanziari (2013)

⁵ Tuttavia, gli accantonamenti per la creazione di fondi rischi adeguati a coprire l'ammontare delle perdite attese non trovano pieno riscontro nelle tecniche contabili. Infatti, è in generale possibili creare fondi rischi per sopportare obblighi specifici derivanti da eventi passati e non per eventuali perdite future.

La formula esposta fa riferimento ad una singola esposizione creditizia. Per espandere il calcolo ad un portafoglio è sufficiente sommare il valore delle perdite attese delle sue componenti:

$$EL_{portafoglio} = \sum_{i=1}^n PD_i \cdot LGD_i \cdot EAD_i$$

Il vero rischio di credito, ovvero la perdita inattesa può essere definita come la variabilità stimata attorno alla perdita attesa. Ad esempio, si può utilizzare la deviazione standard:

$$Unexpected Loss = \sqrt{\sigma_{EL}^2}$$

Essa può successivamente essere moltiplicata ad uno scalare per ottenere margini di sicurezza ulteriori.

Se da un lato la perdita attesa di un portafoglio non ottiene benefici in base al grado di correlazione delle singole esposizioni, la sua variabilità invece sì. Infatti, è tanto minore quanto più basse risultano le componenti della matrice di covarianza.

1.1 LGD

Il tasso di perdita in caso di insolvenza (LGD) è la percentuale di perdita, stimata dalla banca, su di un'esposizione creditizia nel caso in cui la controparte risultasse insolvente. Può essere espressa come il complemento a uno del tasso di recupero (RR):

$$LGD = 1 - RR$$

con $0 \leq LGD \leq 100$

I fattori che influenzano il tasso di recupero sono diversi:

1. Caratteristiche dell'esposizione. Ad esempio: la presenza e la qualità delle garanzie (come il grado di priorità o la facilità nell'escussione);
2. Caratteristiche del debitore. Ad esempio: il valore degli indici di bilancio/finanziari e il settore nel quale opera l'azienda, che può influire sulla rapidità con la quale i suoi attivi possono essere liquidati;
3. Caratteristiche della banca. Ad esempio: l'efficienza dell'ufficio preposto al processo di recupero e la frequenza con la quale si stringono accordi stragiudiziali e cessioni dei crediti deteriorati;
4. Fattori esterni. Ad esempio: lo stato del ciclo economico e il valore del tasso di interesse.

Non tutti i fattori che influenzano la LGD hanno effetti sulla PD, per questo motivo il comitato di Basilea ha sempre spinto a processi di stima differenziati per i due fattori. Sebbene inizialmente le banche stimassero direttamente il tasso di perdita atteso ($ELR = PD \cdot LGD$), a partire dagli anni 2000 esse hanno accolto le indicazioni del comitato.

La stima del tasso di recupero (RR) è principalmente calcolata tramite due metodologie: *market LGD* e *workout LGD*.

La *market LGD* è usata unicamente per le esposizioni scambiate in un mercato osservabile, ad esempio le obbligazioni di grandi società. Se osservando le transazioni recenti di obbligazioni societarie "*distressed*" si nota un prezzo di 20 centesimi per euro di capitale nominale, allora è legittimo supporre un valore di LGD pari all'80%. Il mercato funge quindi da elaboratore di tutte le informazioni disponibili sulle probabilità che l'azienda in questione potrà uscire dallo stato di insolvenza e ripagare i debiti.

La *workout* LGD è, invece, utilizzata quando l'esposizione non è scambiata in un mercato, bensì come la maggior parte di loro si tratta di prestiti bancari tradizionali. In questo caso le informazioni non sono osservabili su di un mercato ma sul database privato della banca, che registrando per ogni prestito involvente passato tempo di recupero, valore recuperato, forma tecnica, ecc..., riesce a costituire un importante base informativa che sarà usata per il calcolo del tasso di recupero (e quindi della LGD). La formula utilizzata è la seguente:

$$RR = \frac{RNS}{EAD}$$

Dove:

- RNS: recupero netto scontato. Rappresenta il valore attuale (al momento del default) degli importi recuperati futuri al netto dei costi sopportati;
- EAD: esposizione al momento del default;

La formula tiene conto del valore temporale. Si noti, inoltre, che il tasso di sconto non può essere il valore osservato negli intervalli di tempo che stiamo andando ad attualizzare, sarebbe infatti applicare una metodologia *backward looking* che ha poco da offrire nelle stime sui default futuri. Perciò è preferibile l'utilizzo di metodologie *forward looking*, come il tasso forward. Il database iniziale è perciò arricchito dalle stime della LGD (empiriche) che possono essere impiegate per la stima futura. In particolare, sono utilizzati due approcci:

1. *Lookup Table*. Ovvero la creazione di una tabella che associa una LGD "media" ad ogni cluster di crediti andati in default. Questi sono costituiti in modo da avere bassa varianza *within*;

2. *Modelli multivariati*. Ovvero la stima della LGD tramite un modello statistico (lineare o non) utilizzando le caratteristiche osservate dei crediti andati in default.

Entrambi i metodi utilizzano certe caratteristiche: forma tecnica del credito, presenza e tipologia di garanzie reali, presenza di garanzie personali, ecc...

1.2 EAD

L'esposizione al momento del default (EAD) è una variabile aleatoria il cui valore dipende principalmente dalla forma tecnica del finanziamento concesso. Tuttavia, in molti casi l'EAD è deterministica e di facile quantificazione. Si pensi ad un mutuo, il valore dell'esposizione è pari all'ammontare del debito residuo previsto annualmente dal piano di ammortamento.

Per le operazioni fuori bilancio⁶ (ad esempio gli impegni prestatati) l'EAD è calcolata mediante l'utilizzo del fattore di conversione creditizia (CCF), rappresenta il rapporto tra la parte non utilizzata della linea di credito, che si presume possa essere usata in caso di default, e la porzione attualmente utilizzata. Questo fattore di conversione è così utilizzato:

$$EAD = DP + (UP \cdot CCF)$$

Dove:

- DP: quota di fido utilizzata;
- UP: quota di fido inutilizzata;

È evidente che l'inclusione della di UP nella formula conduce ad una EAD maggiore e, di conseguenza, ad una maggior perdita attesa. Ciò condurrebbe, di prassi, ad aumentare lo spread applicato alla quota DP.

⁶ Confronta: "Nuove disposizioni di Vigilanza Prudenziale per le Banche", Banca d'Italia maggio 2012

Quest'aumento avrebbe i peggiori effetti sulle imprese migliori (elevato rapporto UP/DP), e potrebbe spingere fuori mercato la banca. Perciò è spesso, invece, utilizzata una *fee* proporzionale ad UP.

1.3 Stima della PD - I modelli di Scoring

Al fine di stimare la probabilità che una controparte possa diventare insolvente si è tradizionalmente fatto appello a modelli statistici. Possiamo categorizzare questi modelli in tre classi:

1. Analisi del discriminante lineare;
2. Modelli di regressione;
3. Modelli induttivi di natura euristica.

1.3.1 Analisi del discriminante lineare

L'analisi del discriminante lineare è stata portata alla ribalta da un paper di R.A.Fisher nel 1936⁷. Nel suo articolo si descrive il seguente problema: "date le misurazioni di quattro caratteristiche osservabili di cinquanta fiori delle specie di fiori Iris Setosa, Iris Versicolor e Iris Virginica, quale funzione lineare di esse $Z = \lambda_1 x_1 + \lambda_2 x_2 + \lambda_3 x_3 + \lambda_4 x_4$ è in grado di massimizzare il rapporto tra la differenza delle medie specifiche e la deviazione standard all'interno delle specie?" Il dataset utilizzato da Fisher in quest'analisi è diventato molto famoso ed è chiamato "Iris Flower Data⁸". Graficamente, se le variabili fossero due (x_1, x_2) osservate per due classi (A e B):

7 Confronta: FISHER, R.A. (1936), THE USE OF MULTIPLE MEASUREMENTS IN TAXONOMIC PROBLEMS. *Annals of Eugenics*, 7: 179-188. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1809.1936.tb02137.x>

⁸ O anche "Anderson's Iris data set" dal nome del botanico che effettuò le misurazioni. Si noti che, al fine di minimizzare i possibili rumori ed errori, i fiori furono raccolti e analizzati nella stessa giornata dalla stessa persona con lo stesso strumento di misurazione.

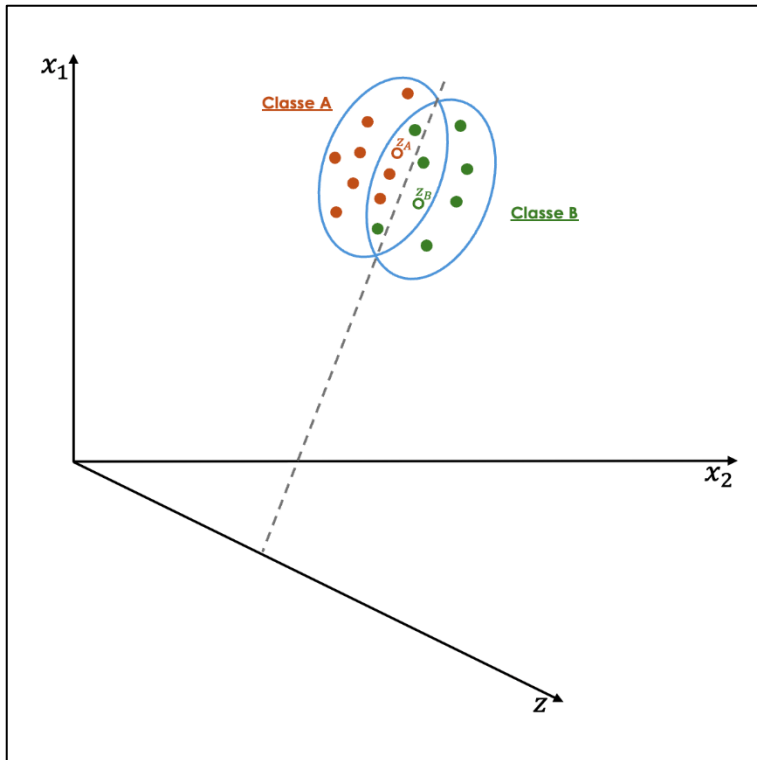


Figura 1 - Discriminate Lineare – Elaborazione Propria

In termini generali, il valore z (date n variabili) è il seguente: $z = \sum_{i=1}^n (\lambda_i \cdot x_i)$. Mentre per la j -esima osservazione: $z_j = \sum_{i=1}^n (\lambda_i \cdot x_{j,i})$. I valori dei coefficienti (e quindi il valore di *cut off*) della combinazione lineare sono scelti in modo tale che la distanza tra le medie osservate per le due classi (anche dette centroidi) z_A e z_B sia massimizzata. Definita con Σ la matrice di varianza/covarianza tra le n variabili indipendenti e con x_A e x_B i vettori delle loro medie per i due gruppi, allora, si dimostra⁹ che, il vettore dei coefficienti $\lambda = \Sigma^{-1}(x_A - x_B)$ massimizza la distanza tra i centroidi. Un'impresa è classificata nel gruppo A se $|z_{new} - z_A| < |z_{new} - z_B|$.

⁹ Si vuole ottenere la funzione discriminante $z = \sum_{i=1}^n (\lambda_i \cdot x_i) = \lambda' \cdot x$ con λ tale da massimizzare la distanza (std) tra i centroidi $Max_{\lambda} = \frac{|z_A - z_B| \cdot |\lambda' x_A - \lambda' x_B|}{\sigma_z}$. Per evitare problemi di derivabilità utilizzo il quadrato: $Max_{\lambda} = \frac{(\lambda' x_A - \lambda' x_B)^2}{\sigma_z^2} = \frac{(\lambda' x_A - \lambda' x_B)^2}{\lambda' \Sigma \lambda} = q(\lambda)$, questa funzione è omogenea di grado zero per lambda. Dato k scalare reale, $q(k\lambda) = \frac{k^2(\lambda' x_A - \lambda' x_B)^2}{k^2(\lambda' \Sigma \lambda)} \equiv q(\lambda)$. Calcoliamo la FOC, $\frac{\partial q}{\partial \lambda} = 0 \rightarrow \lambda = \Sigma^{-1}(x_A - x_B)$.

Al fine di valutare la capacità della funzione discriminante di ben classificare le osservazioni, si possono calcolare due misure: la distanza di Mahalanobis e il lambda di Wilks.:

1. Distanza di Mahalanobis.

Dati i due vettori z_A e z_B contenenti le medie, per le due classi, delle n variabili indipendenti e Σ la matrice di varianze/covarianze. Si può calcolare la distanza, nello spazio multivariato, tra i due punti tramite la seguente misura¹⁰: $\Delta^2 = (z_A - z_B)^T (z_A - z_B) \lambda^{-1}$. Valori positivi, sopra il 3, indicano un buon grado di separazione delle classi e una più agevole discriminazione.

2. Lambda di Wilks

È largamente utilizzato per valutare la capacità discriminante di un modello. È definito come il rapporto tra la somma delle devianze degli score *within* e la devianza totale:

$$0 \leq \Lambda = \frac{\sum_{i \in A}^n (z_i - z_A)^2 + \sum_{i \in B}^n (z_i - z_B)^2}{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2} \geq 1$$

Dove \bar{z} rappresenta la media di z_i delle osservazioni entrambe le classi. Se la capacità discriminante del modello è bassa allora i centroidi saranno simili tra loro, ciò porta il valore del rapporto vicino ad 1.

Ipotizziamo che:

- Le due classi A e B rappresentino rispettivamente le classi di aziende: solvente e insolvente;

10 Confronta: Mahalanobis Distance | <https://www.statisticshowto.com/mahalanobis-distance/>

¹¹ In realtà il caso nel quale il lambda è uguale a 0 è particolarmente estremo. Richiederebbe infatti che la varianza intragruppo sia pari a 0, quindi perfetta collinearità oppure osservazioni tutte identiche

- Una banca abbia stimato la *prior distribution* (π_B) della probabilità che un cliente risulti insolvente;¹²
- Sia indicato con α il *threshold* degli score, sotto di esso l'osservazione è classificata come troppo rischiosa e pertanto la banca rifiuta di concederle un credito;¹³
- Le variabili indipendenti del modello si distribuiscono secondo una normale multipla;¹⁴

Considerate queste ipotesi iniziali, possiamo usare l'analisi del discriminante per produrre, trovando la *posterior distribution*, una stima della PD:

$$PD = P(B|x_i) = \frac{\pi_B}{\pi_B + (1 - \pi_B)e^{z_i - \alpha}}$$

Si nota come *ceteris paribus* l'aumento del fattore π_B restituisce una PD maggiore. Inoltre, la banca potrebbe utilizzare la PD stimata come metro per l'affidamento di una controparte, ovvero imporre un valore minimo sotto il quale al cliente non sono concessi crediti ($PD > 50\%$). Possiamo definire una nuova soglia α' come: $\alpha' = \alpha + \ln\left(\frac{\pi_B}{1 - \pi_B}\right)$. Il cliente dovrà avere una qualità creditizia almeno pari a α' , sarà scartato se: $z_i < \alpha'$.

Il valore ipotizzato precedentemente del 50% è, nella realtà, irragionevole. I valori empirici sono di solito molto più bassi e vicini a zero. Nell'affidare un credito, le banche fronteggiano due costi:

- Costo del primo tipo: Classificazione nel gruppo A di un cliente, in realtà insolvente. Definiamo con $C(A|B) = \text{Capitale Perduto} + \text{Interessi attivi persi}$;

¹² Questa distribuzione di probabilità non deve tener conto delle caratteristiche particolari del singolo cliente, bensì rappresentare una probabilità ex-ante. Può essere modificata nel tempo per adeguarsi al ciclo economico

¹³ Ad esempio, può essere un punto a metà strada tra i due centroidi: $\alpha = \frac{1}{2} \cdot (z_A - z_B)$

¹⁴ Confronta Altman, Avery et al. (1981)

- o Costo del secondo tipo: Classificazione nel gruppo B di un cliente, in realtà solvente. Definiamo con $C(B|A)$ = Mancato guadagno;

Il valore di *cut-off* può essere modificato per tenere conto di questi due tipi di costi. La banca potrebbe voler rifiutare il cliente se $C(A|B) \cdot PD > C(B|A) \cdot (1 - PD)$, ovvero se il costo atteso del primo tipo è maggiore del costo atteso del secondo tipo. In generale il valore soglia (α'') risulta aumentato, rispetto al precedente α' :

$$\alpha'' = \alpha + \log \left(\frac{\pi_b \cdot C(A|B)}{(1 - \pi_B) \cdot C(B|A)} \right)$$

In sintesi, i modelli basati sull'analisi del discriminante offrono un facile approccio al problema di stima della PD. Tuttavia, si fondano su ipotesi molto impegnative. Per poter utilizzare le formule di stima PD precedentemente illustrate, abbiamo ipotizzato che le variabili x_i si distribuiscano secondo una normale multivariata, è però evidente che l'illimitatezza del dominio di questa funzione non descriva la maggior parte dagli indici di bilancio, i cui valori sono spesso compresi tra 0 a 1.

1.3.2 Modelli di Regressione

Questi modelli permettono di stimare la PD tramite la scelta di coefficienti moltiplicativi da applicare ai vettori delle variabili indipendenti.

In caso di modello di regressione lineare:

$$Y = \beta X + \varepsilon$$

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \dots \\ \beta_p \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} x_{1,1} & \dots & x_{1,p} \\ \dots & & \dots \\ x_{n,1} & \dots & x_{n,p} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_1 \\ \dots \\ \epsilon_n \end{bmatrix}$$

Esistono molteplici metodi di stima del vettore dei coefficienti β , ad esempio:

- o Minimi quadrati (OLS). Si minimizza:

$$\sum_{i=1}^n \left(y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^p \beta_j x_{i,j} \right)^2$$

- o Metodo di Ridge. Si minimizza:

$$\sum_{i=1}^n \left(y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^p \beta_j x_{i,j} \right)^2 + \lambda \sum_{j=1}^p \beta_j^2$$

Come si nota, rispetto al modello OLS si aggiunge un fattore di *shrinkage*. La sua minimizzazione porta alla riduzione del valore delle stime per i coefficienti β_j , portandoli verso zero e riducendo la loro varianza. Maggiore è il valore del *tuning parameter* (λ) maggiore è il peso del fattore di *shrinkage*;

- o Metodo di Lasso. Si minimizza:

$$\sum_{i=1}^n \left(y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^p \beta_j x_{i,j} \right)^2 + \lambda \sum_{j=1}^p |\beta_j|$$

Rispetto al caso precedente, il fattore di *shrinkage* contiene la norma 1 dei coefficienti β_j . Rispetto alla norma 2, il “guadagno” dato dalla riduzione dei valori dei coefficienti è uniforme. Ciò conduce alla possibilità che, nel processo di minimizzazione, qualche coefficiente possa assumere valore zero.

Le stime \hat{y}_i dei modelli di regressione lineare presentati possono assumere valori in \mathcal{R} . Per gli assiomi fondamentali della probabilità, la probabilità di un evento E è definita nell'intervallo: $0 \leq P(E) \leq 1$. È perciò necessario ridurre il dominio delle stime delle regressioni entro questi limiti. A questo scopo si usano:

- o Modello Logit;
- o Modello Probit.

1. Modello Logit

La funzione logistica, $f(z) = \frac{1}{1+e^{-z}}$, descrive una curva ad "S" caratterizzata da una iniziale crescita di tipo esponenziale. Il codominio è limitato nell'intervallo $[0,1]$ e assume comportamento asintotico ai suoi estremi, in particolare: $\lim_{z \rightarrow -\infty} f(z) = 0$ e $\lim_{z \rightarrow +\infty} f(z) = 1$. Graficamente:

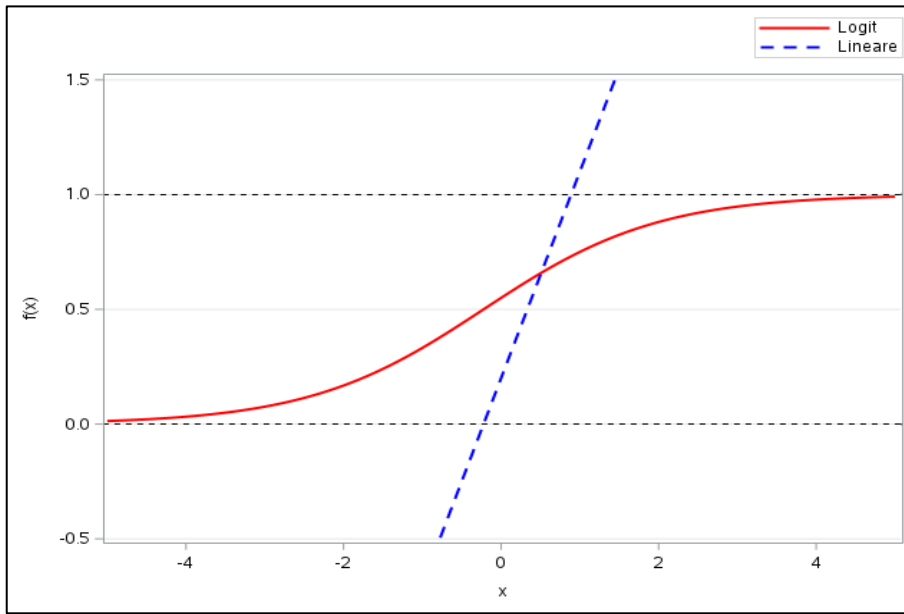


Figura 2 – Lineare vs Logit - Elaborazione propria

La variabile indipendente z è la classica trasformazione lineare di regressori: $z_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{i,j}$. Ottengo, aggiungendo il termine di disturbo, il modello logit:

$$y_i = \frac{1}{1 + e^{-\beta_0 - \sum_{j=1}^p \beta_j x_j}}$$

2. Modello Probit

In questo caso invece di utilizzare la funzione logistica, si usa la funzione di densità cumulata normale $N(z_i)$. Perciò $f(z) = \Phi(z) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(z-\mu)^2}{2\sigma^2}}$. Il codominio del modello probit è limitato nell'intervallo $[0,1]$. Graficamente:

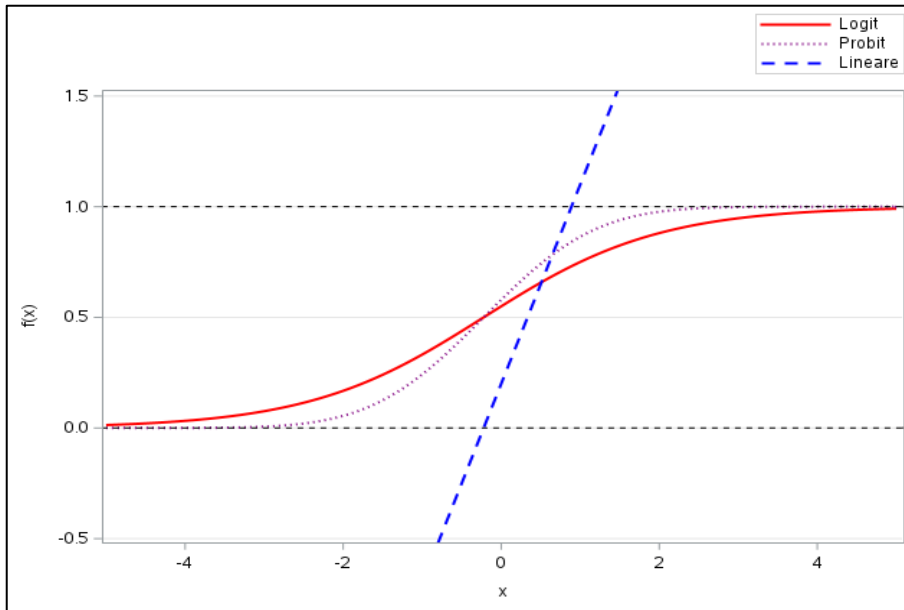


Figura 3 - Lineare vs Logit vs Probit - Elaborazione Propria

In generale i due modelli producono stime molto simili. Tuttavia, nel caso logit le code risultano leggermente più grasse, col risultato che la variabile dipendente si avvicina più lentamente ai valori estremi rispetto alla probit.

1.3.3 Modelli induttivi di natura euristica

1. Le reti Neurali

I modelli esaminati finora si basano su processi di tipo deduttivo. Il loro punto di partenza è rappresentato da regole strutturali e ipotesi. Ad esempio, si ritiene che il valore del DSCR per un'azienda si la dimostrazione di un buon merito creditizio. Le regole e ipotesi sono poi messe al vaglio dei dati attraverso la stima dei modelli.

Il ragionamento di tipo contrario è invece usato dalle reti neurali. Esse si basano su un processo di tipo induttivo per il quale le regole non sono strutturali ma estratte direttamente dai dati. Le correlazioni e regolarità osservate sul campione assumono agnosticamente il valore delle regole strutturali del metodo deduttivo. La presenza di una figura esperta sul rischio di credito non

è necessaria nell'impostare il modello di stima. Infatti, i metodi induttivi non sono basati su algoritmi trasparenti, bensì assomigliano a delle *black box*.

Il modello generale di una rete neurale è il seguente:

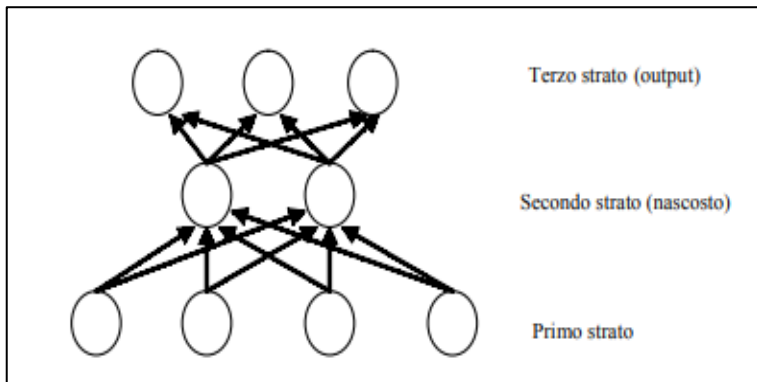


Figura 4 - Fonte: D'annunzio, N., Falavigna, G., "Modelli di analisi e previsione del rischio di insolvenza. Una prospettiva delle metodologie applicate", Ceris-Cnr, W.P. n° 17/2004.

Dato il vettore di input x la rete neurale dovrà stimare dei coefficienti di funzioni elementari. Questi dovranno produrre un vettore di stima \hat{y} i cui valori siano il più possibile simili a quelli reali osservati. Il processo d'individuazione dei coefficienti è di tipo iterativo. Partendo da valori generati pseudo-casualmente si arriva alla stima finale tramite l'applicazione di funzioni lineari e non. Queste funzioni vengono implementate a partire dal primo strato di "neuroni", i quali passeranno le stime agli strati successivi tramite relazioni elementari chiamate "sinapsi".

I modelli induttivi offrono un notevole vantaggio rispetto a quelli deduttivi. Ad esempio, supponiamo di voler stimare la PD di una popolazione di imprese e di voler monitorare le stime nel tempo. Nel caso deduttivo, le regole del modello possono essere integrate nel sistema informativo dell'impresa, la quale successivamente potrà adottare specifiche politiche di bilancio per seguire la logica del modello, senza modificare la sostanza dei suoi fondamentali.

2. Algoritmi genetici

Supponiamo di avere un vettore di variabili indipendenti x e di voler distinguere, grazie a loro, le imprese sane da quelle anomale. Supponiamo che la nostra funzione di valutazione sia la seguente: $z = \beta_0 + \beta_1x_1 + \dots + \beta_nx_n$. Per ogni azienda si stima il vettore dei coefficienti β .

Un algoritmo genetico ricerca la soluzione migliore al problema di discriminazione tramite un processo iterativo, del tipo:

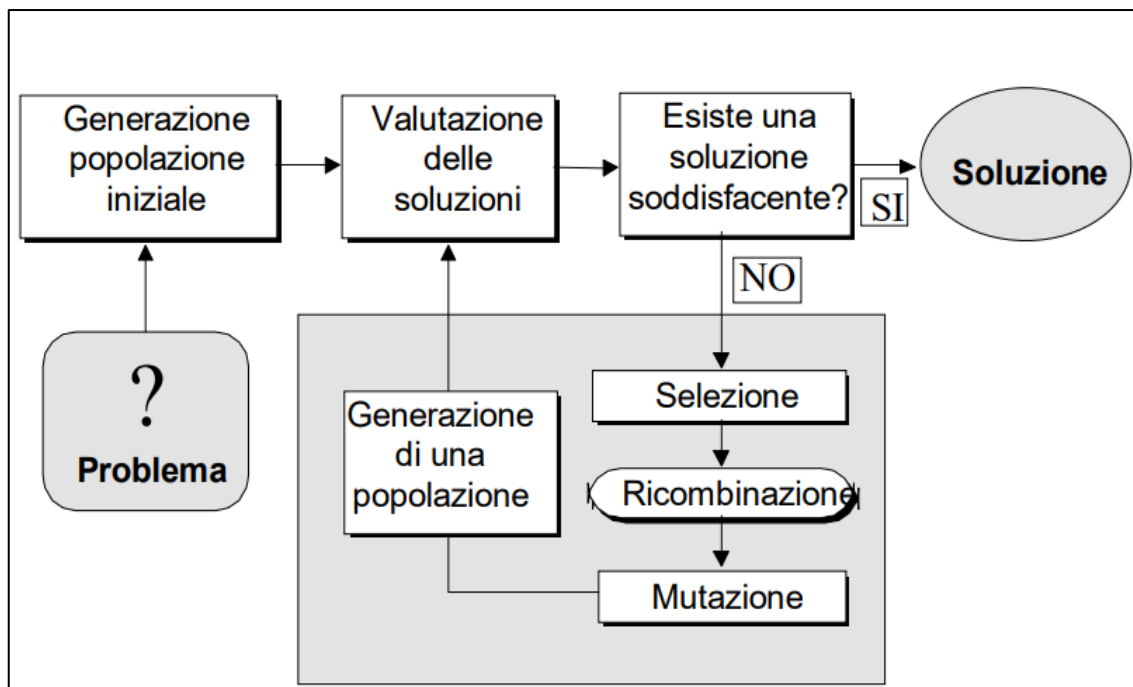


Figura 5 - Fonte: Pomante 1999

Le cui fasi sono:

1. Generazione pseudo-casuale di una popolazione di aziende (osservazioni e soluzioni);
2. Valutazione della bontà della soluzione tramite la funzione di valutazione (ad esempio basso punteggio per le aziende anomale, ovvero il *fitness*);
3. Applicazione di un "operatore genetico", il quale seleziona le migliori soluzioni da tenere e quelle da scartare;

4. Applicazione di un secondo “operatore genetico” (detto ricombinazione), il quale con probabilità molto bassa può modificare casualmente il valore di qualche coefficiente;
5. Viene misurata la bontà della popolazione di soluzioni. Se non ritenuta soddisfacente il modello si ripete dal punto 3. Il processo non è di durata infinita, infatti si innesca un processo di convergenza grazie alla trasmissione tra le generazioni delle soluzioni migliori.

Gli algoritmi di questo tipo non procedono in modo non deterministico e non garantiscono l'individuazione della migliore soluzione. Tuttavia, sono specialmente utili per le ricerche negli ambiti in cui si osserva molto rumore nelle osservazioni.

1.3.4 Limiti Modelli di Scoring

L'applicazione dei modelli di scoring per stimare la PD è soggetta ad alcune limiti:

- o Trascurano fattori di tipo non quantitativo. Questi fattori possono risultare cruciali per una corretta determinazione della PD. Gli aspetti qualitativi possono essere comunque integrati successivamente alla stima delle PD (ad esempio con dei *notch* sulle classi di rating);
- o Poche osservazioni di aziende anomale nel campione, ovvero una proporzione troppo alta di aziende sane. Da questo punto di vista una banca con un portafoglio creditizio non di ottima qualità è molto avvantaggiata rispetto ad una con un pochi default in portafoglio;
- o Definizione arbitraria di impresa “anomala” e “insolvente”. Esistono, infatti, molte gradazioni di difficoltà aziendali;
- o Il peso relativo dei coefficienti potrebbe variare nel tempo ma nel modello sono fissi;
- o Le imprese dovrebbero appartenere ad uno stesso settore produttivo, per cogliere bene i diversi valori “di riferimento” che si possono osservare

nei vari settori. Nella pratica ciò è molto difficile. Per ovviare a questo problema solitamente si utilizza un sistema di stima PD di tipo modulare, vengono creati diversi moduli (bilancio-settore produttivo, anagrafico, ecc...) che poi saranno integrati per la stima della PD finale.

1.4 Stima della PD - I modelli basati sul mercato dei capitali

1.4.1 Approccio dei Corporate Bond

Ipotizziamo di osservare su un corporate bond (senza cedola) i seguenti dati:

- Stima della LGD;
- Curva degli spread (d) tra il suo rendimento ($i^* = i + d$) e quello di un titolo risk-free (i).

L'idea di base è il mercato riesca ad incorporare tutti i rischi affrontati dal soggetto emittente *corporate* negli spread osservabili. Inoltre, per semplicità di calcolo, ipotizziamo che il capitale investito sia pari ad 1.

Un investitore neutrale al rischio è indifferente nella scelta di investimento tra il titolo risk-free e il corporate bond se il montante del capitale investito nel primo è uguale al montante del secondo, ponderato per la probabilità che l'emittente sia solvente:

$$e^i = [(1 - P) + PR]e^{i+d} \rightarrow P = \frac{1 - e^{-d}}{1 - R} = \frac{1 - e^{-d}}{LGD}$$

$$\text{nel caso } LGD = 100\% \rightarrow P = 1 - e^{-d}$$

Si nota come se la LGD diminuisce del 50% allora la stima della probabilità di default aumenta del 100%.

Per estendere l'analisi al caso multi periodale basta espandere l'orizzonte di osservazione delle variabili a T anni. Sempre ipotizzando la neutralità al rischio, i due investimenti saranno ritenuti simili quando il montante del titolo risk-free è uguale al montante atteso del corporate bond (ovvero rimborso del capitale ponderato per la probabilità che venga effettivamente restituito, sommato al valore di recupero ponderato per la probabilità di insolvenza):

$$e^{Ti_T} = [(1 - P_T) + P_T R] e^{(i_T + d_T)T} \rightarrow P_T = \frac{1 - e^{-d_T T}}{1 - R} = \frac{1 - e^{-d_T T}}{LGD}$$

Dove con P_T è indicata la probabilità di default cumulata relativa al periodo di T anni, grazie a loro posso ottenere, tramite complemento ad 1, la probabilità (s_T) che l'emittente sopravviva nel periodo T. Inoltre, posso ricavare la probabilità di default marginale tramite la formula: $1 - \frac{1 - P_{T+1}}{1 - P_T}$.

Se quest'approccio presenta alcuni vantaggi:

- Utilizzo dei dati di mercato, per natura oggettivi;
- Modello *forward-looking*;

Tuttavia, è gravato da alcuni limiti:

- Ipotesi forte di neutralità al rischio dell'investitore, mentre nella realtà è di solito richiesto un premio;
- Ipotesi impegnativa di aspettative razionali, che permettano al mercato di fornire tramite il dato di *spread* la valutazione sul rischio di credito.

1.4.2 Approccio delle quotazioni azionarie – Modello di Merton

Ipotizziamo che un'azienda possieda solo una forma di finanziamento, cioè un prestito. Il piano di ammortamento non prevede pagamenti intermedi, bensì solo il rimborso totale a scadenza, cioè il pagamento dell'ammontare F alla scadenza T, e che il prestito ha valore di mercato pari a B. Assumiamo inoltre,

che la somma degli attivi aziendali sia rivalutata costantemente al valore di mercato V ; pertanto, il capitale di rischio avrà valore $E = V - B$.

Il valore V varia seguendo un moto browniano geometrico del tipo:

$$\frac{dV}{V} = \mu dt + \sigma_z dz = \mu dt + \sigma_z \varepsilon \sqrt{dt}$$

Dove:

- μ indica il rendimento istantaneo atteso;
- dz indica un disturbo causale, con ε distribuito secondo una normale standard;

In questo modello, il rischio di credito è rappresentato dalla probabilità che $V_T < F$, ovvero una certa porzione di area sottostante alla distribuzione normale. Ceteris paribus, questa probabilità è tanto maggiore quanto minore è il valore iniziale dell'attivo e quanto maggiore è il valore F , σ_z e T .

Il modello di Merton si basa su alcune considerazioni:

- Un'impresa diviene insolvente quando il valore dell'attivo V_T al momento della scadenza (T) del debito risulta minore del valore del rimborso F ;
- Gli azionisti detengono nei confronti dei creditori dell'azienda l'opzione di dichiararsi insolventi (data la generale regola della responsabilità limitata). Pertanto, la possibilità di esercitare un'opzione put e cedere ai creditori l'azienda anziché rimborsare il debito.

Supponiamo che il creditore che ha concesso il finanziamento all'azienda sia solo una banca. Per coprire il rischio di credito potrebbe comprare un'opzione put sul valore V , con scadenza pari a T e prezzo di esercizio pari ad F . In questo modo si garantisce un payoff certo:

	Payoff al tempo 0	Payoff al tempo T	
		se $V_T < F$	se $V_T > F$
Concessione prestito	$-B_0$	V_T	F
Acquisto put	$-P_0$	$F - V_T$	0
Totale	$-(B_0 + P_0)$	F	F

Tabella 1 - Fonte: A.Resti e A.Sironi, Rischio e Valore nelle Banche

Per dimostrare che questa posizione assunta dalla banca sia esente dal rischio, in equilibrio il suo valore ($B_0 + P_0$) deve essere pari a quello di un titolo privo di rischio che a scadenza paga F:

$$Fe^{-iT} = P_0 + B_0$$

utilizzando il modello Black & Scholes ottengo:

$$P_0 = Fe^{-iT} \cdot N(-d_2) \cdot -N(d_1)V_0$$

Questo risultato può essere utilizzato per stimare la probabilità: $P(V_T < F)$ che equivale alla probabilità di esercizio dell'opzione implicita al prestito: $N(-d_2) = 1 - N(d_2)$. Si può quindi stimare la PD come:

$$PD = P(V_T < F) = N(-d_2) = 1 - N(d_2)$$

Come riportato nelle formule, la PD è calcolata sotto l'ipotesi di neutralità al rischio, ciò implica che il rendimento atteso sull'attivo possa essere perfettamente sostituito da quello risk-free. Questo conduce, generalmente, ad una sovrastima nel calcolo della PD¹⁵.

¹⁵Nella pratica, si dovrebbe considerare $N(-d_2^*)$, dove d_2^* è calcolato tramite l'utilizzo del vero tasso di rendimento dell'attivo. Si ottengono risultati analoghi a quelli presentati nel paragrafo solo nel caso in cui il vero tasso di rendimento fosse pari al tasso risk-free. Empiricamente si osserva che il rendimento senza rischio è minore, perciò: $N(-d_2^*) > N(-d_2) \rightarrow PD > PD^*$.

CAPITOLO 2

Il rischio geopolitico e i suoi effetti sull'economia

1. Introduzione

“Il rischio geopolitico è la minaccia, la realizzazione e l'escalation di eventi avversi associati a guerre, terrorismo e tensioni tra stati e attori politici che influenzano il corso pacifico delle relazioni internazionali”¹⁶. Si noti che per questa definizione, la pandemia da Covid-19 non è considerabile un evento di rischio geopolitico. Tuttavia, eventi di natura non geopolitica possono essere dei loro catalizzatori.

L'impatto degli eventi geopolitici sul settore bancario è stato fino a pochi anni fa sottovalutato. Tuttavia, a partire dalla crisi generata dal Covid-19, le autorità di sorveglianza e il management bancario hanno iniziato un percorso per incorporare nelle stime del rischio anche considerazioni in ambito geopolitico. Basti pensare che la *Depository Trust and Clearing Corporation* ha indicato nel loro report annuale del 2021 il geopolitico nella top 5 dei rischi¹⁷.

Il rischio geopolitico sta assumendo sempre più rilevanza nel contesto bancario e nelle priorità delle autorità di vigilanza. La “centralità” che sta assumendo è, allo stesso tempo, accompagnata dall'incertezza sulla sua misurazione. La sua quantificazione richiede analisi mirate su strumenti simulativi e variabili “tematiche”. Il primo passo di queste analisi è

¹⁶ Confronta: ECB, 2024, Financial Stability Review

¹⁷ Confronta: <https://www.dtcc.com/~media/files/downloads/about/annual-reports/DTCC-2021-Annual-Report>

l'individuazione dei canali di trasmissione di questo rischio, al fine di verificare gli impatti sul sistema economico. La BCE afferma che il rischio geopolitico ha effetti sia sull'economia reale che sul lato finanziario:

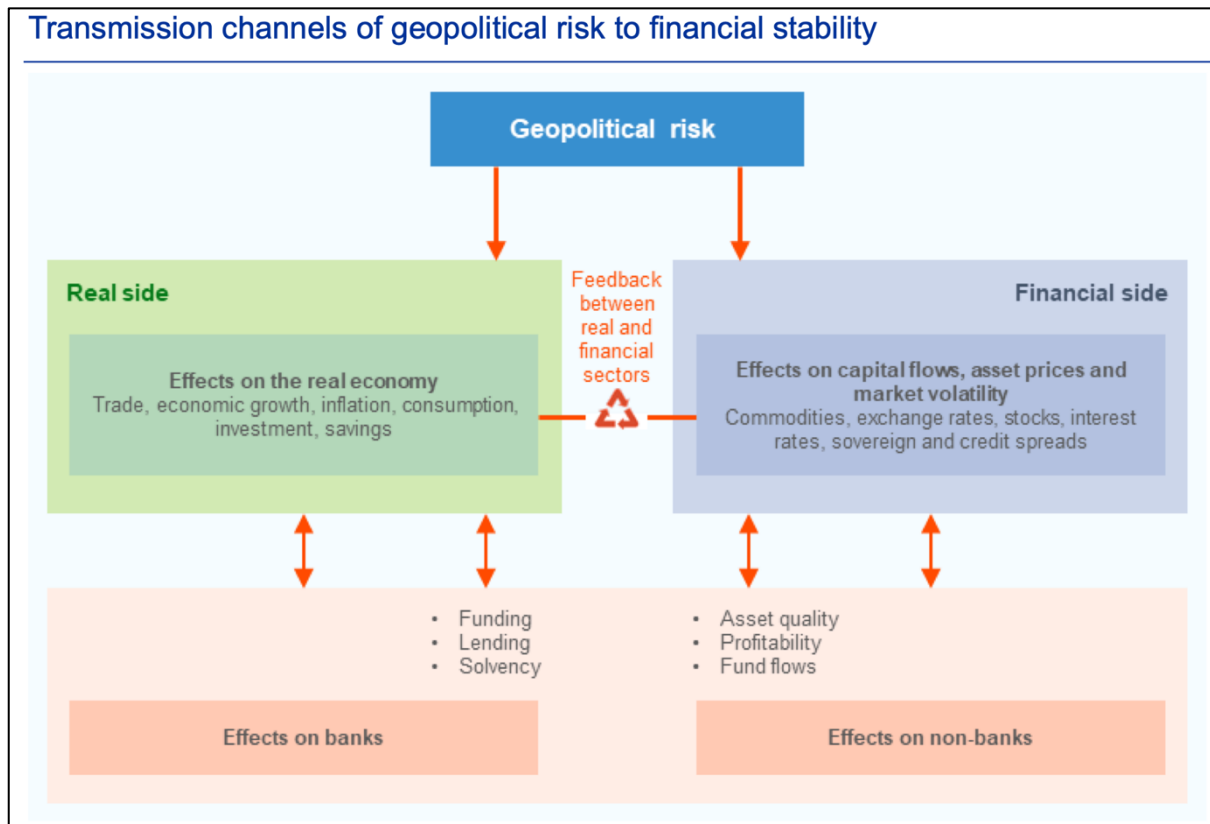


Figura 6 - Fonte: BCE, 2024 Financial Stability Report

La domanda alla quale si cerca di dare risposta in questo capitolo è la seguente: il rischio geopolitico è un fattore da considerare nelle stime della probabilità di default di una controparte?

2. Analisi di studi di riferimento precedenti

Molti studi si sono spesso concentrati su un più noto concetto di generica incertezza economica. Sebbene si ritenga il concetto di rischio geopolitico distinto da quello di incertezza economica, essi si possono considerare in qualche modo appartenenti ad una stessa categoria di fattori.

L'incertezza sulla politica economica si ritiene che si trasmetta in modo negativo al settore bancario in tre modi principali¹⁸:

1. A causa dei suoi noti effetti avversi sull'economia (output gap, disoccupazione, volatilità azioni, ec...). Ciò porta ad una maggiore probabilità di avere in portafoglio crediti deteriorati;
2. L'incertezza sulla politica economica rallenta/azzerà gli investimenti aziendali, portando le banche a cercare rendimenti su attività a maggior rischio;
3. Il "comportamento da gregge"¹⁹, ovvero l'attitudine osservata empiricamente per le banche (durante momenti di crisi ed incertezza), le quali tendono ad assumere un'omogenea politica dei prestiti.

Prima di analizzare con maggiore dettaglio le metodologie e i risultati delle analisi presenti in letteratura, si rende necessario, visto l'ampio utilizzo, approfondire l'indice di incertezza sulla politica economica²⁰. Il PUI è calcolato sul conteggio di alcuni termini ("incertezza", "FED", "deficit", ecc...), sui maggiori dieci giornali statunitensi. Assume il seguente andamento:

¹⁸ Confronta: Thanh Cong Nguyen, Economic policy uncertainty and bank stability: Does bank regulation and supervision matter in major European economies?, *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, Volume 74, 2021, 101387, ISSN 1042-4431,

¹⁹ Confronta: Jin Cai, Bank herding and systemic risk, *Economic Systems*, Volume 46, Issue 4, 2022, 101042, ISSN 0939-3625, <https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2022.101042>.

²⁰ Confronta: Scott R. Baker, Nicholas Bloom, Steven J. Davis, Measuring Economic Policy Uncertainty, *The Quarterly Journal of Economics*, Volume 131, Issue 4, November 2016, Pages 1593–1636, <https://doi.org/10.1093/qje/qjw024>

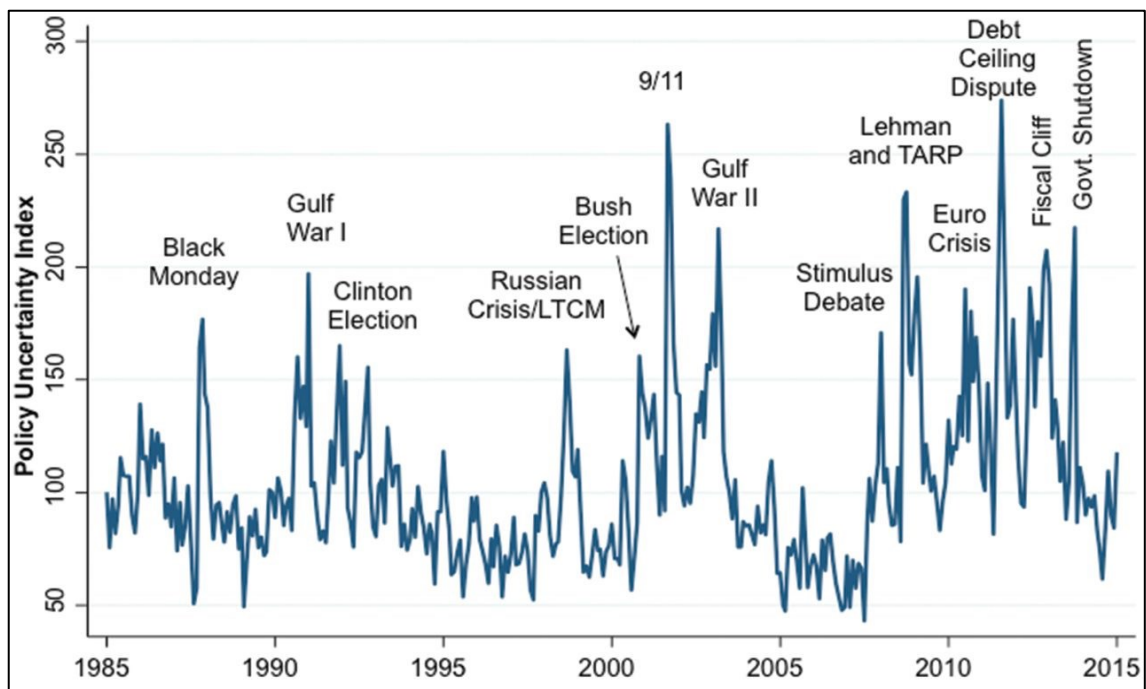


Figura 7 - Fonte: Scott R. Baker, Nicholas Bloom, Steven J. Davis, 2016

2.1 Il peso dell'incertezza della politica economica sulla stabilità bancaria²¹

L'articolo parte dalla considerazione che molto è stato scritto in letteratura per provare a legare la stabilità bancaria con i fattori macroeconomici e di settore. Ad esempio: il capitale bancario, la regolamentazione e supervisione bancaria, le strategie di *funding*, ecc.. . Tra questi fattori, mancante è l'*economic policy uncertainty*, sulla quale è basato l'articolo.

L'articolo usa un campione di 958 banche di otto paesi europei (Francia, Germania, Italia, Irlanda, Spagna, Svezia, Paesi Bassi e Regno Unito) sul periodo di campionamento 2005-2014.

²¹ Thanh Cong Nguyen, Economic policy uncertainty and bank stability: Does bank regulation and supervision matter in major European economies?, *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, Volume 74, 2021, 101387, ISSN 1042-4431, <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2021.101387>.

Per misurare la stabilità bancaria viene utilizzato lo Z-score. In particolare, per superare il problema della sua distorsione verso i valori più alti, gli autori usano il suo logaritmo naturale.

Le variabili prese in considerazione sono state ottenute da 3 survey bancari internazionali²²:

Table 1
Descriptive statistics.

Variable	Number of observations	Mean	Std. Dev.	Min	Max
<i>Z-score</i>	16,402	4.90	1.62	0.83	8.92
<i>EPU</i>	45,378	142.12	71.55	33.27	542.77
<i>Act_restric</i>	32,382	5.50	1.65	3	9
<i>Cap_stringency</i>	36,689	6.45	1.49	2	9
<i>Off_sup_power</i>	34,106	8.97	1.75	6	13
<i>Pri_monitoring</i>	36,192	7.98	1.79	6	11
<i>Size</i>	18,685	14.22	2.07	3.65	22.10
<i>Assets_growth</i>	16,476	12.25	27.19	-84.60	226.12
<i>Capital</i>	18,681	12.28	14.79	-13.57	100
<i>Assets_quality</i>	17,794	0.22	0.88	0.00	61.71
<i>Liquidity</i>	18,662	22.45	19.82	0.01	100
<i>Income_diver</i>	18,055	37.20	15.62	0.04	100
<i>Ins_quality</i>	41,230	1.30	0.40	0.36	1.98
<i>Cre_rights</i>	34,720	6.46	1.94	3	10
<i>Infor_sharing</i>	34,720	5.41	0.71	4	6
<i>Inflation</i>	45,570	1.51	0.87	-4.47	5.59
<i>GDP_capita</i>	43,400	10.51	0.25	9.59	11.27
<i>GDP_growth</i>	43,400	1.08	2.27	-6.41	23.98
<i>Concentration</i>	43,400	80.94	9.40	43.52	100
<i>Finan_freedom</i>	45,570	63.64	11.06	50	90

Il modello considerato è il seguente:

$$\ln Z - score_{i,t} = \alpha + \delta \ln Z - score_{i,t-1} + \phi EPU_{j,t} + \beta REG_{j,t} + \gamma EPU_{j,t} \times REG_{j,t} + \varphi INS_{j,t} + \rho BANK_{i,t} + \pi MACRO_{j,t-1} + \lambda_j + \tau_t + \mu_i + \varepsilon_{i,t}$$

I pedici (i,j,t) si riferiscono rispettivamente alla banca, paese e anno considerati. L'incertezza sulla politica economica entra nel modello tramite la variabile EPU (*Economic policy uncertainty- Baker et al. 2016*).

La regressione indica che l'EPU è un *driver* importante per l'instabilità bancaria. Risulta importante dotare ogni paese di adeguate norme di regolamentazione sui capitali ed il potere dei supervisori, per mitigare gli effetti dell'instabilità economica soprattutto nei momenti di crisi finanziaria.

²² Barth, J.R., Caprio Jr., G., Levine, R., 2013. Bank regulation and supervision in 180 countries from 1999 to 2011. *J. Financ. Econ. Policy* 5, 111–219.

2.2 Incertezza sulla politica economica e rischio bancario²³

Anche gli autori di quest'articolo indagano il legame tra l'incertezza economica ed il rischio bancario. Il campione utilizzato è formato da 1500 banche commerciali in 34 economie emergenti in Asia, America del Sud ed Europa dell'est/centrale.

Essi costruiscono la variabile *Uncertainty* a partire dalla volatilità dei seguenti fattori macroeconomici: *output growth*, inflazione e *exchange rate depreciation*. Il modello econometrico usato è il seguente:

$$Risk_{ijt} = c + \beta \cdot Uncertainty_{jt-1} + \lambda \cdot Char_{ijt-1} + \sigma \cdot Macro_{jt} + \zeta \cdot Regu_{jt} + \eta \cdot Others_{jt} + Years_t + f_i + \varepsilon_{ijt}$$

Dove, *Char* rappresenta il vettore delle caratteristiche della banca, *Macro* indica il vettore delle condizioni macroeconomiche del paese di riferimento e *Regu* contiene le informazioni di regolamentazione bancaria (ad esempio, l'indice "Rule of Law" della Banca Mondiale).

In tutti i modelli considerati dagli autori, la variabile *Uncertainty* ha dimostrato di essere significativa.

2.3 Il legame tra gli accantonamenti per perdite su prestiti e l'incertezza finanziaria²⁴

Gli autori, riconoscendo che l'incertezza sulla politica economica sta assumendo un ruolo abbastanza importante nelle analisi sulla stabilità bancaria in letteratura, cercano di espandere le analisi indagando più nel dettaglio gli accantonamenti per perdite su prestiti.

²³ Ji Wu, Yao Yao, Minghua Chen, Bang Nam Jeon, Economic uncertainty and bank risk: Evidence from emerging economies, *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, Volume 68, 2020, 101242, ISSN 1042-4431, <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2020.101242>.

²⁴ Ng, J., Saffar, W. & Zhang, J.J. Policy uncertainty and loan loss provisions in the banking industry. *Rev Account Stud* 25, 726–777 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11142-019-09530-y>

Il campione utilizzato contiene i dati di tutte le banche commerciali statunitensi dal 1996 al 2016. Tra le variabili indipendenti, viene utilizzato anche l'indice EPU di Baker et al. (2016).

Gli autori, tramite regressioni *OLS* (dove la variabile dipendente è la quantità di accantonamenti), testano le seguenti ipotesi:

H1. "Banks make more loan loss provisions in times of higher policy uncertainty;

H2. "The positive association between loan loss provisions and policy uncertainty will be weaker for banks that are more prudent";

H3. "The positive association between loan loss provisions and policy uncertainty will be stronger for banks with greater attention paid to their financial reporting".

Grazie alle tre regressioni riportate nell'articolo, una per ipotesi, si dimostra che le tre ipotesi soprariportate siano corrette.

2.4 Il nesso tra patrimonio bancario e l'incertezza economica²⁵

In questo caso, il campione è formato da tutte le banche commerciali statunitensi che compilano i seguenti report: *Call Reports, Consolidated Reports of Condition and Income for a Bank with Domestic and Foreign Office*, nel periodo 1985-2009.

Il modello econometrico utilizzato è il seguente:

$$s_i = \gamma_0 + \gamma_1 \text{Unc}_i + \gamma_2 X_i + \epsilon_i$$

²⁵ Fabian Valencia, Bank capital and uncertainty, *Journal of Banking & Finance*, Volume 69, Supplement 1, 2016, Pages S1-S9, ISSN 0378-4266, <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2015.06.010>

Dove la variabile dipendente è il *capital-to-asset ratio*, UNC è la misura di incertezza creata dall'autore e X è il vettore che contiene alcuni indici macroeconomici e finanziari.

L'autore mostra come l'incertezza è un driver importante nella scelta del leverage in ambito bancario. Inoltre, circa il 50% del capitale detenuto al fine di *buffers* è spiegabile tramite il livello della variabile UNC.

Riassumendo:

ARTICOLO	CAMPIONE	INTERVALLO TEMPORALE	CONCLUSIONI
Economic policy uncertainty and bank stability: Does bank regulation and supervision matter in major European economies?	958 banche commerciali nei maggiori otto paesi europei	2005–2014	Confermato l'impatto (negativo) che l'incertezza sulla politica economica ha sulla stabilità bancaria
Economic uncertainty and bank risk: Evidence from emerging economies	1500 banche in 34 economie emergenti	2000–2016	Robuste e consistenti prove di una associazione negativa tra incertezza sulla politica economica e gli indicatori utilizzati per misurare la stabilità bancaria

Policy uncertainty and loan loss provisions in the banking industry	Tutte le banche commerciali statunitensi	Dal secondo quadrimestre del 1996 a quarto quadrimestre del 2016	Associazione positiva tra incertezza sulla politica economica e gli accantonamenti per perdite su prestiti
Bank capital and uncertainty	Tutte le banche commerciali statunitensi	Dal 1985 al 2009	Robuste prove empiriche che indicano l'incertezza sulla politica economica un importante (statisticamente significativo) fattore sui <i>capital-to-assets ratios</i>

Finora si è osservato l'effetto sull'economia dell'incertezza sulla politica economica, solitamente tramite l'utilizzo del PUI. Si può assumere che gli eventi geopolitici, specialmente quelli più gravi, conducano a periodi di incertezza. Ecco perché risulta importante anche l'indice di rischio geopolitico (GPRI)²⁶. La metodologia di calcolo di questo indice non è lontanissima da quella già illustrata per il PUI. Infatti, anche in questo caso esso è costruito da analisi sui maggiori giornali a partire dal 1985, anche se ora i riferimenti sono a termini

²⁶ Confronta: Caldara, Dario and Matteo Iacoviello (2022), "[Measuring Geopolitical Risk](#)," *American Economic Review*, April, 112(4), pp.1194-1225.

specifici sugli avvenimenti geopolitici (ad esempio, “guerra”, “bomba nucleare”, “boycott”, ecc...). I valori assunti dall’indice sono i seguenti:

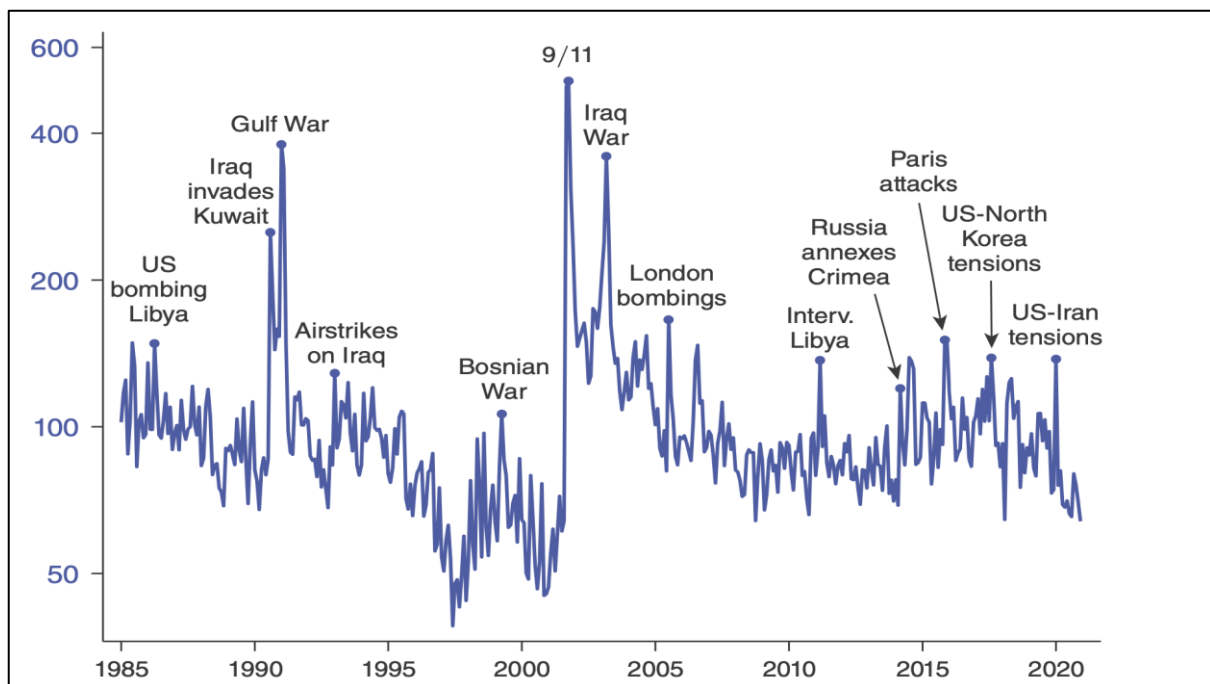


Figura 8 - Fonte: Caldara, Dario and Matteo Iacoviello (2022)

Di seguito sono esaminati alcuni articoli inerenti al rischio geopolitico:

2.5 Il legame tra gli investimenti privati e il rischio geopolitico²⁷

In letteratura, l’effetto di gravi eventi geopolitici ha un effetto dubbio sul livello degli investimenti. Da un lato, dati gli alti costi di aggiustamento ex-post, la tendenza delle aziende a ritardare gli investimenti è empiricamente dimostrato; dall’altro l’incertezza, causata dagli avvenimenti geopolitici, può avere un impatto positivo sugli investimenti a causa dell’effetto Oi-Hartman-Abel.

²⁷ WANG, X., WU, Y. and XU, W. (2024), Geopolitical Risk and Investment. *Journal of Money, Credit and Banking*, 56: 2023-2059. <https://doi.org/10.1111/jmcb.13110>

Gli autori provano, usando il *GPR-Index*, ad indagare quanto sopra. Il campione dello studio include le aziende quotate in un mercato tra NYSE, AMEX e NASDAQ, nel periodo 1987-2016.

Gli autori testano alcune regressioni OLS che comprendono le classiche variabili economiche e l'indice di rischio geopolitico. I risultati dimostrano l'esistenza di una forte e negativa relazione tra gli investimenti aziendali ed il livello del *GPR-Index*. In particolare, si osserva che, in media, gli investimenti decrescono del 14% in seguito ad un aumento del 50% dell'indice.

2.6 Il rapporto tra la volatilità del greggio e il rischio geopolitico²⁸

Gli autori, riconoscendo l'importanza che è assegnata in letteratura all'indice GPR, cercano di spiegare la volatilità della (probabilmente) più importante commodity con il grado di rischio geopolitico mondiale.

Si usano i dati del *WTI oil spot/future prices (future ad un anno)* nel periodo 1986-2018.

Si usano due modelli GARCH. In uno è incluso il GPR nella sua forma standard, nel secondo è considerata una variabile GPRS del tipo:

$$GPRS_{t-k} = GPR_{t-k} \times I(GPR_{t-k} > \gamma)$$

Dove γ indica la media del GPR.

I risultati di entrambi i modelli indicano che rischio geopolitico influenza in modo significativo e positivo la volatilità.

²⁸ Jing Liu, Feng Ma, Yingkai Tang, Yaojie Zhang, Geopolitical risk and oil volatility: A new insight, *Energy Economics*, Volume 84, 2019, 104548, ISSN 0140-9883, <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104548>.

2.7 L'impatto del rischio geopolitico sullo sviluppo finanziario²⁹

Gli autori indagano la relazione tra il rischio geopolitico e lo sviluppo finanziario, misurato come la quantità di credito nazionale al settore privato. Il campione è stato costruito osservando 18 mercati di economie emergenti nel periodo 1985-2018 (come proxy del rischio geopolitico è stata presa la variabile creata da Caldara e Iacovello).

I modelli econometrici utilizzati dagli autori sono i seguenti:

$$DC_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 GEPR_{i,t} + \alpha_2 X_{i,t} + \varepsilon_{1i,t}$$

$$DC_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 GEPR_{i,t-1} + \beta_2 X_{i,t} + \varepsilon_{2i,t}$$

$$DC_{i,t} = \gamma_0 + \gamma_1 DC_{i,t-1} + \gamma_2 GEPR_{i,t} + \gamma_3 X_{i,t} + \varepsilon_{3i,t}$$

Dove DC rappresenta il "domestic credit provided by the financial sector", GEPR indica l'indice di rischio geopolitico e il vettore X contiene varie variabili macroeconomiche.

In tutti i modelli, stimati tramite metodo OLS, alla variabile GEPR viene associato un coefficiente negativo.

2.8 Il nesso tra il livello di globalizzazione e il rischio geopolitico³⁰

L'articolo analizza gli effetti del *GPR-Index* sulla globalizzazione, misurata come la quantità di investimenti diretti esteri bilaterali (FDI) e sul commercio bilaterale (FDI: dal 2001 al 2012 e Commercio bilaterale: dal 1948 al 2019).

Il modello econometrico utilizzato è il seguente:

²⁹ Lu, Z., Gozgor, G., Huang, M., & Lau, C. K. M. (2020). The Impact of Geopolitical Risks on Financial Development: Evidence from Emerging Markets. *Journal of Competitiveness*, 12(1), 93–107. <https://doi.org/10.7441/joc.2020.01.06>

³⁰ Thakkar, Nachiket, and Kiran Ambreen Ayub. "Geopolitical risk and globalization." *The Journal of Applied Business and Economics* 24.3 (2022): 140-150.

$$\ln(Gi_{jt}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(GPR_i) + \beta_2 \ln(MLRDistance_{i_{jt}}) + \beta_3(MLRContiguity_{i_{jt}}) + \beta_4(MLRLanguage_{i_{jt}}) + \beta_5(MLRColony_{i_{jt}}) + \beta_6 \ln(GDP_{it}) + \beta_7 \ln(GDP_{jt}) + \beta_8 \ln(GDPPC_{it}) + \beta_9 \ln(GDPPC_{jt}) + \gamma_{i,j} + \varepsilon_{i,jt}$$

Oltre al Geopolitical-Risk Index sono presenti altre variabili indipendenti. La distanza tra i due paesi, l'esistenza di un confine terrestre tra le due nazioni, il PIL, pregresse relazioni coloniali e la presenza di una lingua comune.

I risultati della regressione OLS, per la variabile GPR, sono i seguenti:

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	FDI	FDI	FDI	Trade	Trade	Trade	FDI/Trade	FDI/Trade	FDI/Trade
LN(GPR)	-1.747*** (0.021)	-0.333*** (0.043)	-0.223*** (0.079)	-0.482*** (0.007)	0.020*** (0.006)	-0.022*** (0.007)	-0.382*** (0.024)	-0.343*** (0.050)	-0.358*** (0.091)

Si vede chiaramente l'effetto negativo del rischio geopolitico sulla globalizzazione (misurata dall'FDI).

Riassumendo:

ARTICOLO	CAMPIONE	INTERVALLO TEMPORALE	CONCLUSIONI
Geopolitical Risk and Investment	Aziende con azioni quotate in un mercato tra NYSE, AMEX, e NASDAQ. Inoltre, devono avere il totale attivo non negativo	Dal 1987 al 2016	Robuste e statisticamente significative prove che il Gpr-Index deprime gli investimenti futuri
Geopolitical risk and oil volatility: A new insight	Prezzi giornalieri dei contratti NIMEX WTI spot e future ad un mese	Dal 2 gennaio 1986 al 31 Maggio 2018	Impatto del Gpr-Index (filtrato oltre un certo valore di threshold) ha un significativo impatto sulla

			volatilità sugli oil futures
The Impact of Geopolitical Risks on Financial Development: Evidence from Emerging Markets	Valore del credito domestico fornito dal settore finanziario, osservato su 18 mercati emergenti	Dal 1985 al 2018	Robuste e statisticamente significative prove che il Gpr-Index riduce il credito domestico fornito dal settore finanziario
Geopolitical Risk and Globalization	Valore della Globalizzazione. Ottenuto come proxy, per coppia di paesi, da: Foreign Direct Investment (FDI) e dal valore del commercio bilaterale	FDI: dal 2001 al 2012. Commercio bilaterale: dal 1948 al 2019	Robuste evidenze che il Gpr-Index ha un effetto negativo sul grado di globalizzazione

3. Stress Test – BCE

La Banca Centrale Europea indice vari tipi di stress test per valutare la capacità delle singole banche e del sistema bancario di rispondere agli shock³¹. Questi test sono condotti ai sensi dell'articolo 100 della direttiva CRD V ed il loro perimetro comprende le banche direttamente supervisionate dalla

³¹ Confronta:

<https://www.bankingsupervision.europa.eu/activities/stresstests/html/index.en.html>

BCE. Si andranno ad analizzare i casi nei quali lo stress test abbia considerato il rischio geopolitico. Essi sono:

1. Stress Test 2023;
2. Stress Test 2025.

Negli anni in cui non sono condotti da parte dell'EBA, la BCE procede a stress test tematici sulle banche significative (sotto la sua diretta supervisione). Anche in questo caso sono stati considerati quelli che includono il rischio geopolitico:

3. Stress Test Tematico 2022 – Rischio Climatico;
4. Stress Test Tematico 2024 – Resilienza Cibernetica;
5. Stress Test Tematico 2026 – Reverse Stress Test.

1. Stress Test 2023³²

Lo scenario avverso considerato (rispetto al *baseline*) è caratterizzato da un alto livello dell'inflazione e dal contemporaneo rallentamento dell'attività economica. Cioè è causato anche dall'aggravarsi del contesto geopolitico internazionale, caratterizzato da crescente polarizzazione, il quale tende ad aumentare significativamente i costi di produzione. Alla fine del periodo di stress tutte le banche del campione possiedono un CET1 Ratio sopra il minimo regolamentare. Nello specifico, il rapporto diminuisce del 4,8% invece che aumentare dell'1,3% nello scenario *baseline*. In sintesi:

³² Confronta: ECB 2023 stress test of euro area banks – final results | https://www.bankingsupervision.europa.eu/ecb/pub/pdf/ssm.Report_2023_Stress_Test~96bb5a3af8.en.pdf

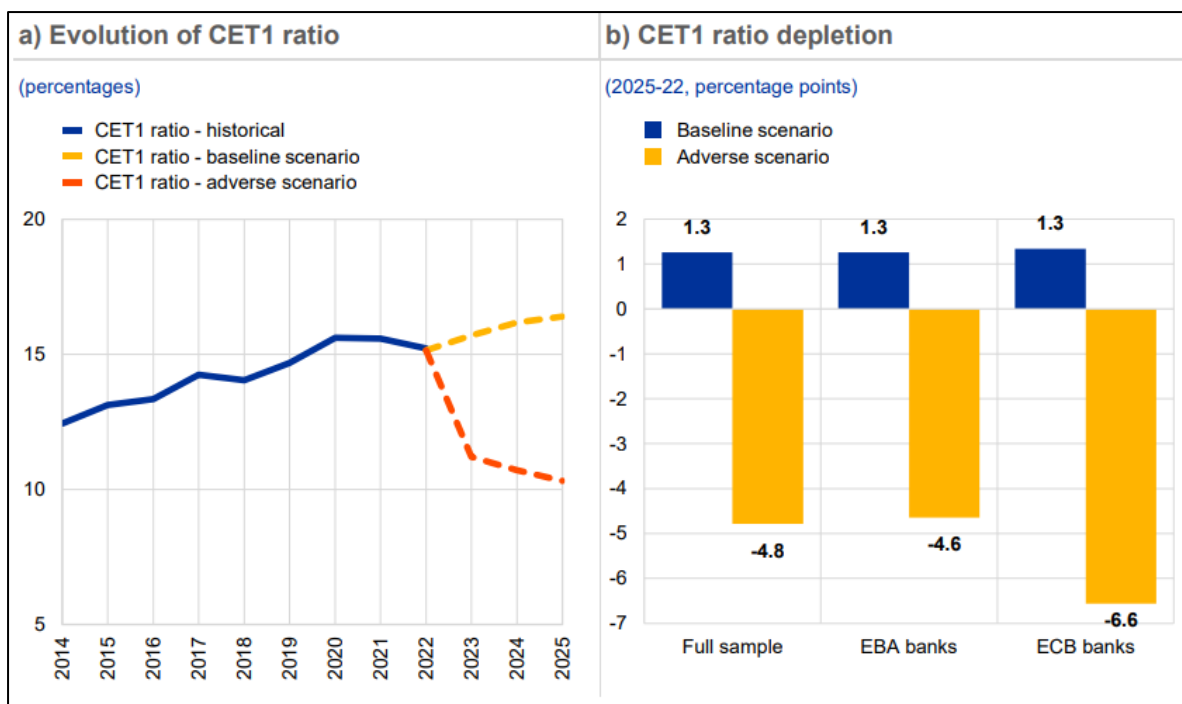


Figura 9 - Fonte: BCE, stress test 2023

2. Stress Test 2025³³

Lo scenario avverso si caratterizza da un rallentamento globale del commercio causato dall'inasprimento delle tensioni geopolitiche. Ciò causa aumenti dei prezzi dei beni energetici e delle materie prime, oltre che a frammentare l'offerta globale. Il Sistema bancario europeo, sotto l'ipotesi avversa, si dimostra resiliente. Nello specifico il CET1 Ratio diminuisce del 4,0%. Rispetto allo scenario *baseline*, questi punti percentuali persi sono dovuti in gran parte ai minori guadagni e alle perdite causate dall'aumentare del rischio di credito e di mercato. In sintesi:

³³ Confronta: ECB 2025 stress test of euro area banks – final results | https://www.bankingsupervision.europa.eu/ecb/pub/pdf/ssm.Report_2025_Stress_Test_202508.en.pdf

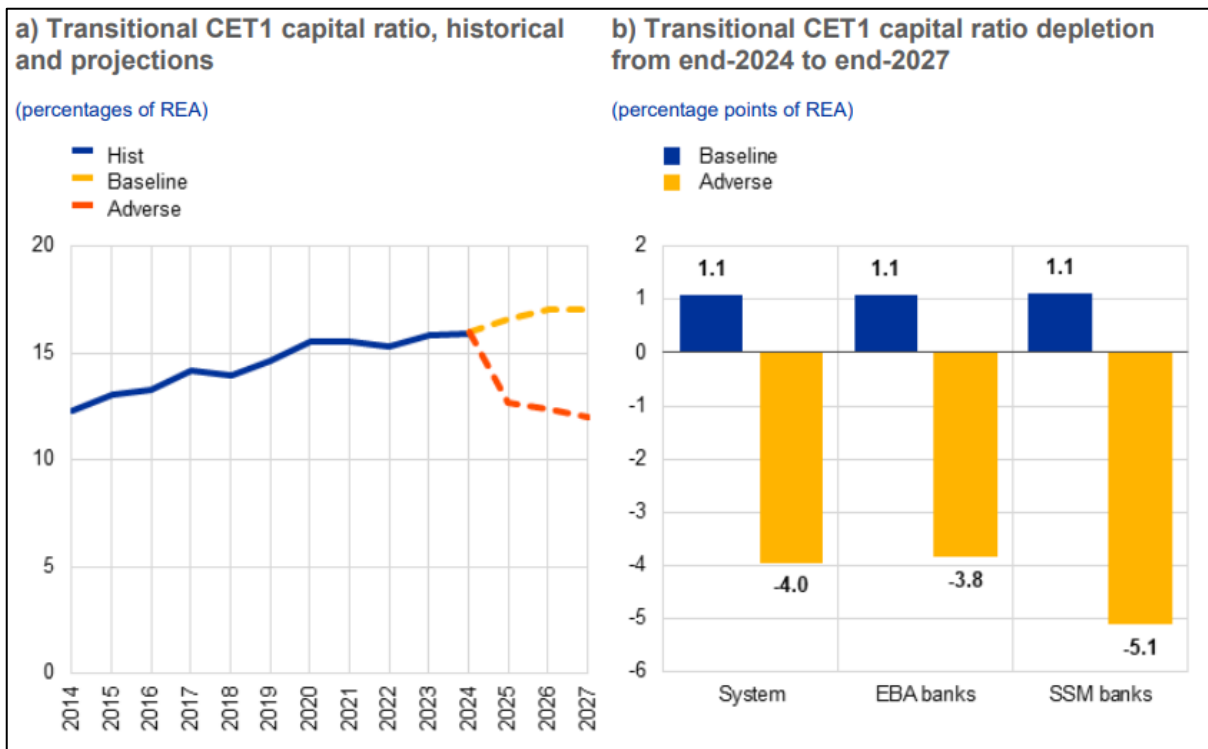


Figura 10 - Fonte: BCE, stress test 2025

3. Stress Test Tematico 2022 – Rischio Climatico³⁴

Gli scenari considerati sono i seguenti:

	Exposures	Scenario	Projections ¹	Horizon	Credit risk	Market risk	Operational risk
Transition risk	Global	Short-term stress	Baseline	3 years (2022-2024)	Corporate loans (incl. SME, CRE) + mortgages	Bonds + stocks issued by NFCs ² (incl. accounting and economic hedges)	Operational and reputational risks to be assessed via a qualitative questionnaire
			Stress				
		Long-term paths	Orderly	30 years (2030, 2040, 2050)	Corporate loans (incl. SME, CRE) + mortgages		
			Disorderly				
			Hot house				
		Physical risk	EU countries	Drought & heat risk	Baseline		
Stress							
Flood risk	Baseline			1 year (2022)	Mortgages + CRE loans		
	Stress						

Figura 11 – Fonte: BCE 2022 climate risk stress test

In dettaglio:

³⁴ Confronta: ECB 2022 climate risk stress test | https://www.bankingsupervision.europa.eu/ecb/pub/pdf/ssm.climate_stress_test_report.20220708~2e3cc0999f.en.pdf

- *Transition Risk* a breve termine. È volto a verificare l'impatto di un veloce aumento dell'emissioni di anidride carbonica. L'evoluzione delle variabili è la seguente:

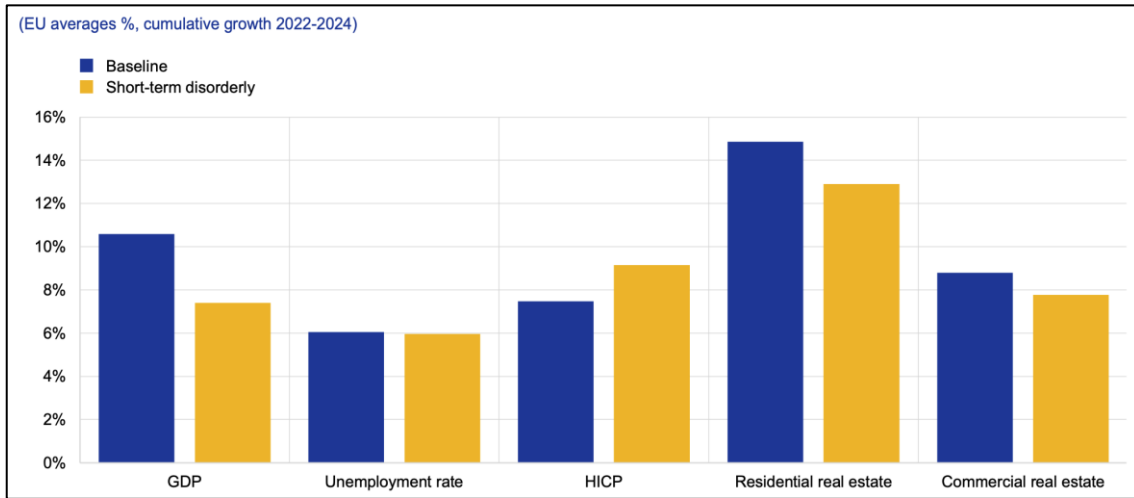


Figura 12 – Fonte: BCE 2022 climate risk stress test

e l'impatto sul valore aggiunto lordo per settore:

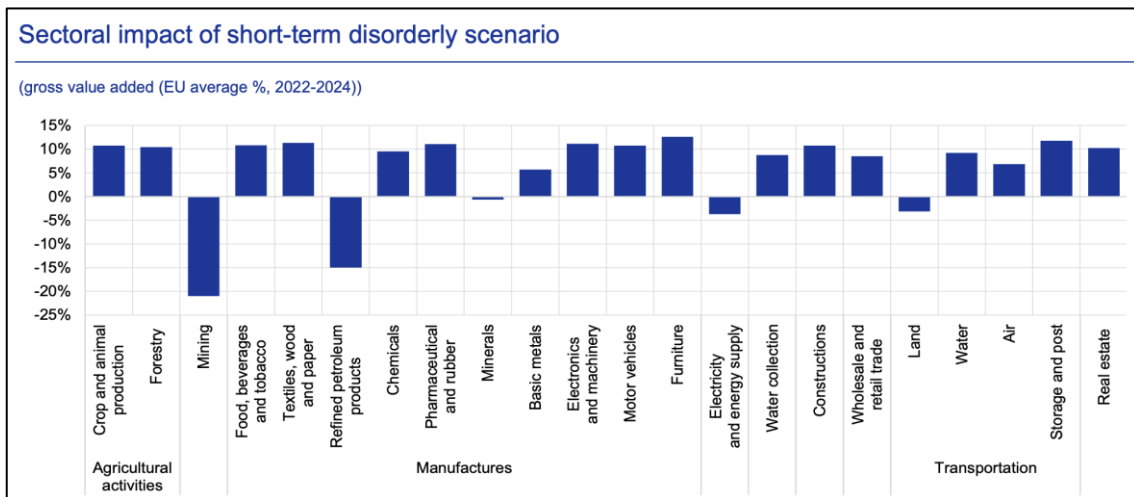


Figura 13 – Fonte: BCE 2022 climate risk stress test

- *Transition risk* a lungo termine. Gli scenari, in questo caso, sono tre:
 - ◇ *Orderly Scenario*. Si ipotizza una graduale implementazione delle politiche sulla transizione energetica e l'obiettivo "NET ZERO 2050" è rispettato. Sono ridotti sia i rischi di transizione sia quelli fisici dato il contenimento del riscaldamento globale ad 1,5°C.
 - ◇ *Disorderly Scenario*. Rispetto al precedente, le politiche sulla transizione energetica non sono applicate in modo stringente e

gradualmente. Al fine di contenere l'aumento delle temperature sotto i 2°C sono necessarie forti e drastiche politiche, ciò per compensare il tempo perso.

- ◇ *Hot House World Scenario*. Nessuna nuova politica climatica è adottata. Sebbene le emissioni dei paesi europei calino, quelle mondiali non lo fanno e aumentano fino al 2080. Il riscaldamento climatico raggiunge i 3°C. I costi di transizione energetica sono trascurabili ed il *transition risk* basso viene però più che ampiamente compensato da un altissimo *physical risk*.

Le differenze tra questi tre scenari sono riassumibili da alcuni grafici:



Figura 14 – Fonte: BCE 2022 climate risk stress test

- *Physical Risk – Drought & Heat.* Lo scenario analizza effetto della disastrosa ondata di caldo e siccità che (per ipotesi) colpisce l'Europa il 1° gennaio 2022 (Gli effetti non sono distribuiti omogeneamente, ma in modo eterogeneo in base su base territoriale). Sebbene la data sia irrealistica, l'esercizio teorico può essere ripetuto anche per altri anni. Dato l'orizzonte temporale ristretto (un anno) si assume gli shock sul mercato del lavoro si trasmettano al 100% su valore del pil. Gli effetti sul valore aggiunto lordo per settore sono i seguenti:

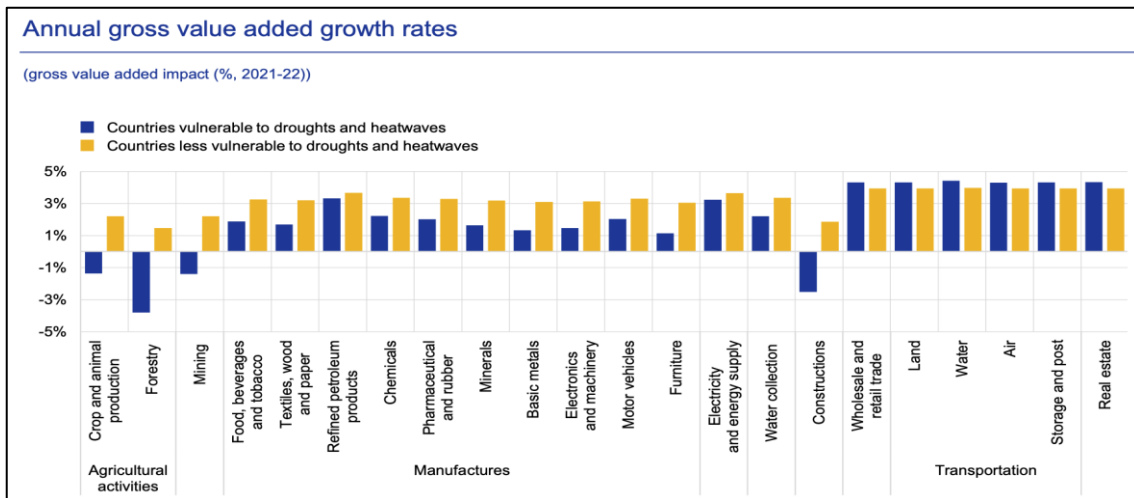
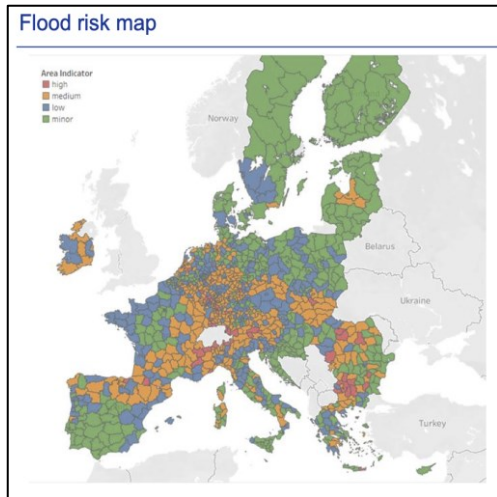


Figura 15 – Fonte: BCE 2022 climate risk stress test

- *Physical Risk – Flood.* Le inondazioni sono da sempre una fonte di rischio per il continente europeo. Il cambiamento climatico contribuirà ad accrescere questo rischio. Questo scenario ipotizza grosse inondazioni in tutt'Europa il 1° gennaio 2022. Gli effetti sono eterogenei su base territoriale con conseguenze sui prezzi di edifici residenziali e commerciali:



Commercial and residential real estate price shocks (%)			
Area indicator	Commercial real estate price shock		Residential real estate price shock
Minor	-3%		-4%
Low	-8%		-10%
Medium	-16%		-19%
High	-43%		-45%

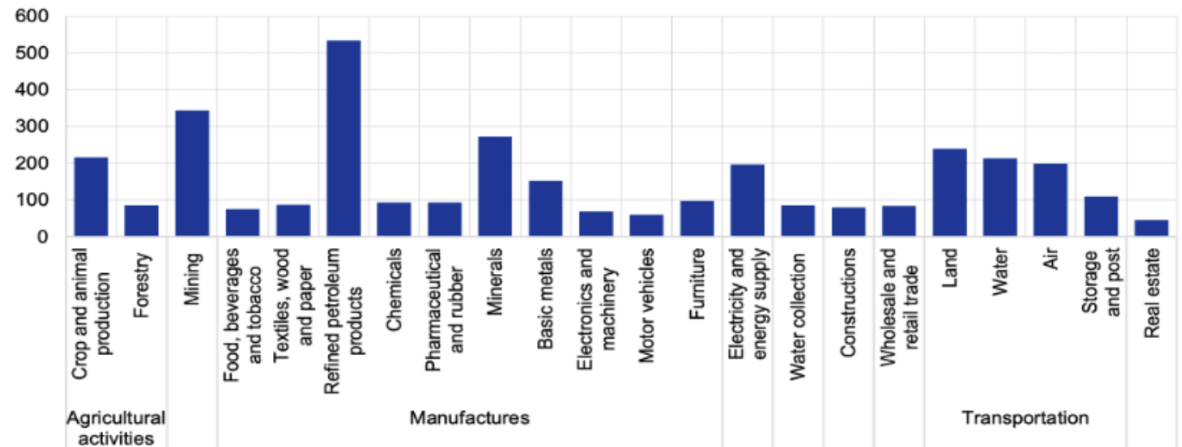
Figura 16 – Fonte: BCE 2022 climate risk stress test

L'esercizio di stress ha test ha evidenziato che le banche europee non hanno ancora integrato, sufficientemente, nei loro sistemi di controllo il rischio geopolitico. Lo stress test tematico è stata però una buona occasione sia per il regolatore che per le banche di identificare le aree sulla quali migliorare. Di seguito si riportano alcuni risultati:

Losses from 22 GHG-intensive sectors increase significantly in a short-term disorderly transition scenario

Cumulative loan losses in the short-term disorderly vs baseline scenario by 2024

(basis points of the REA of exposures in scope)



Banks project decreasing exposures to most carbon-emitting sectors, which mitigates to some extent the cumulated loan losses under the disorderly and hothouse world scenarios

Cumulative loan losses in the period 2030-2050 (LHS) and exposure changes (RHS) in the long-term scenarios to 2050

(% of performing exposures)

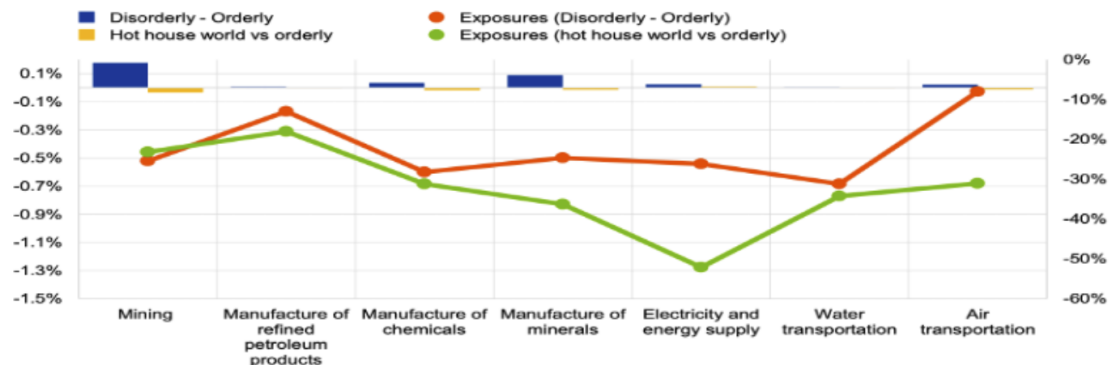


Figura 17 - Fonte: BCE 2022 climate risk stress test

4. Stress Test Tematico 2024 - Resilienza Cibernetica ³⁵

Lo scenario avverso considera un incidente grave di cibersicurezza plausibile. In questo scenario tutte le misure preventive hanno fallito a proteggere i database dei sistemi fondamentali di ciascuna banca. Perciò si è messa sotto

³⁵ Confronta: ECB 2024 cyber resilience stress test |

<https://www.bankingsupervision.europa.eu/press/pr/date/2024/html/ssm.pr240726~06d5776a02.it.html>

la lente di ingrandimento la capacità delle banche a ripristinare i sistemi informativi più che la loro protezione.

In generale le banche hanno dimostrato di possedere buone capacità di risposta e ripristino ma restano ampie aree di miglioramento. Inoltre, è stato fornito un feedback personalizzato ad ogni banca coinvolta.

5. Stress Test Tematico 2026 – Reverse Stress Test³⁶

Nel 2026 è previsto un reverse stress test tematico. Esso andrà ad approfondire le tematiche toccate dallo stress test 2025 (già citato) ma ha una particolarità. Non sarà dato alle banche uno scenario avverso del quale si calcolano gli effetti, bensì saranno le banche a dover identificare gli scenario di rischio geopolitico tali da indebolire notevolmente la loro capacità di essere solventi.

4. Shock geopolitici recenti

Per concludere il capitolo sembra conveniente discutere alcuni, più o meno recenti, avvenimenti geopolitici e le loro conseguenze sul rischio di credito.

1. Invasione Russa dell'Ucraina³⁷

L'invasione russa nel febbraio 2022 rischia di mettere in dubbio l'ordine internazionale (almeno presunto tale) stabilitosi nel secondo dopoguerra. L'instabilità provocata sui mercati finanziari ha aggiunto caos alla precaria

³⁶ Confronta:

1. ECB 2025

<https://www.bankingsupervision.europa.eu/press/speeches/date/2025/html/ssm.sp250715.en.html>

2. Reuters 2025 <https://www.reuters.com/sustainability/boards-policy-regulation/ecb-test-banks-resilience-geopolitical-risk-2026-2025-07-15/>

³⁷ Per la stesura del paragrafo si confronti:

1)KPMG, "The geopolitical impact of the conflict in Ukraine;

2)BDO Singapore, "Integrating Geopolitical Risk into Risk Management Frameworks;

3)Mingsong Sun, Xinyuan Cao, Xuan Liu, Tingting Cao, Qirong Zhu, The Russia-Ukraine conflict, soaring international energy prices, and implications for global economic policies, Heliyon, Volume 10, Issue 16, 2024, e34712, ISSN 2405-8440,

<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34712>.

situazione post pandemia da Covid-19. Il ruolo della Russia di grande esportatore di materie prime (soprattutto energetiche) completa il quadro già disastroso. Il risultato è che le banche hanno dovuto operare in un contesto particolarmente complesso e gestire i rischi da esso prodotti. In particolare, il rischio di credito ha risentito di tre driver principali:

- Aumento dei tassi di default nelle nazioni con maggiore dipendenza energetica;
- Maggiori costi aziendali a causa del processo inflazionistico;
- Danneggiamento della *supply chain*.

Come ci si potrebbe aspettare, non tutte le nazioni hanno sofferto allo stesso modo. In generale i paesi esportatori di materie energetiche, come la regione del Medio Oriente, l'Australia, il Messico ed il Canada, hanno sperimentato variazioni percentuali del PIL tra il 2 e 4,5 e variazioni positive sia dei consumi che del reddito familiare; tuttavia, questi fattori positivi sono stati mitigati dalla riduzione in investimenti. I paesi avanzati o in via di sviluppo (ad esempio Cina, Giappone, USA, Regno Unito, UE e i paesi africani) hanno, al contrario, visto contrazioni del PIL fino al 3% e declino sia nei consumi che nel reddito familiare.

2. Crisi Mediorientale (2023)³⁸

La crisi, formalmente, inizia il 7 ottobre 2023 con le incursioni del gruppo terroristico " Hamas " al di fuori della striscia di Gaza. In seguito, si espande con conflitti tra paesi nella regione del Medio Oriente. Si ipotizzava che il rischio di credito potesse risentire di due fattori:

- Degradamento del merito creditizio nei paesi importatori di materie prime energetiche (in particolare di petrolio);
- Caos nel commercio mondiale causato dalle sanzioni applicate all'Iran.

³⁸ Per la stesura del paragrafo si confrontino:

1) BDO Singapore, "Integrating Geopolitical Risk into Risk Management Frameworks";

2) ING, 2025, Middle East Conflict: What it means for macro and markets;

3) S&P Global, 2024, CreditWeek: What Are The Credit Risks Of The Escalating And Expanding Middle East Conflict?

Per quanto riguarda il primo driver, sebbene il BRENT ha subito rialzi in corrispondenza di alcune date specifiche (ad esempio +13% l'indomani del bombardamento israeliano su basi strategiche Iraniane), ad oggi la quotazione non è particolarmente alta né i mercati si aspettano forti aumenti. Anche grazie a riserve di produttività non usate dei paesi dell'OPEC, le quali potrebbero essere usate per mitigare gli effetti avversi in caso di ulteriori escalation.

Si suppone che l'iniziale aumento degli spread nel mercato del debito possa essere rapidamente riassorbito in assenza di ulteriori escalation. Permangono i rischi più a lungo termine sui fondamentali delle imprese molto esposte alle variazioni dei prezzi energetici.

3. Tensioni USA-Cina³⁹

La guerra commerciale tra gli Stati Uniti d'America e la Cina ha subito una notevole accelerazione nel corso del 2025. Il rischio di credito potrebbe risentire di due fattori:

- Deterioramento del valore dei crediti nei mercati cinesi e del sud-est asiatico esposti ai dazi americani;
- Aumento dei costi per le aziende (specialmente tech e industriali) dipendenti dalla catena di fornitura cinese.

³⁹ Per la stesura del paragrafo si confrontino:

1)BDO Singapore, "Integrating Geopolitical Risk into Risk Management Frameworks;

2)NACM, 2025, The U.S.-China trade war and what it means for credit managers

CAPITOLO 3

Analisi Empirica

1. Introduzione

L'analisi empirica della tesi, partendo dalle considerazioni sviluppate nel corso del capitolo 2, ha l'obiettivo di verificare se l'inclusione del rischio geopolitico migliori la capacità di stima della PD. Nello specifico, la variabile assunta come proxy di questo rischio è il Geopolitical Risk Index (Caldara e Iacoviello, 2022).

Dopo alcune fasi di pulizia ed imputazione dei dati (anche tramite tecnica LOCF), si è proceduto con la stima della PD per mezzo della regressione logistica con variabili continue selezionate tramite stepwise e analisi del segno atteso. Sono stati stimati due modelli, di cui uno include il GPR-Index, che sono stati sottoposti a validazione su un campione apposito.

2. Campione di Sviluppo e di Validazione

Per creare il campione di sviluppo così come quello di validazione si è usato il database online "ORBIS". Il database possiede un'ampia base informativa, requisito necessario al fine di sviluppo di un qualsiasi modello statistico robusto.

Per ottenere un'adeguata quantità di aziende "bonis" e "default" si è scelto di operare due diverse estrazioni in query separate. Si è quindi proceduto a filtrare le aziende con i seguenti step applicati in successione:

FILTRO		NUMEROSITÀ	NUMEROSITÀ POST FILTRI
World Region / Country	United States or UE [27]		182.372.784

Standardised Legal Form	Public Limited Company	12.547.115	1.457.986
At Least One Known Value	ROE using Profit [2016-2024]	24.361.169	332.981
At Least One Known Value	Solvency Ratio Liability Based [2016-2024]	14.828.453	207.045
At Least One Known Value	EBITDA Margin [2016-2024]	9.448.723	130.783
Status	Active	384.139.436	121.251

Tabella 2- Step di Ricerca per le aziende "BONIS"

FILTRO		NUMEROSITÀ	NUMEROSITÀ POST FILTRI
World Region / Country	United States or UE [27]		182.372.784
Standardised Legal Form	Public Limited Company	12.547.115	1.457.986
At Least One Known Value	ROE using Profit [2016-2024]	24.361.169	332.981
At Least One Known Value	Solvency Ratio Liability Based [2016-2024]	14.828.453	207.045
At Least One Known Value	EBITDA Margin [2016-2024]	9.448.723	130.783
Status	Bankruptcy	571.749	777

Tabella 3 - Step di Ricerca per le aziende "DEFAULT"

Per entrambe le query si sono successivamente selezionate le informazioni ritenute utili alla creazione del modello. Esse sono riportate di seguito:

1) Nome Azienda

2) Codice Paese ISO
3) Status
4) Data dello Status
5) Data Aggiornamento dello Status
6) Data dell'Ultimo Bilancio Disponibile
7) ROE using Profit (Loss) before tax (%)
8) ROCE using Profit (Loss) before tax (%)
9) ROA using Profit (Loss) before tax (%)
10) ROE using Net income (%)
11) ROCE using Net income (%)
12) ROA using Net income (%)
13) Profit margin (%)
14) Gross margin (%)
15) EBITDA margin (%)
16) EBIT margin (%)
17) Cash flow / Operating revenue (%)
18) Enterprise value / EBITDA (x)
19) Market cap / Cash flow from operations (x)
20) Net assets turnover (x)
21) Interest coverage (x)
22) Stock turnover (x)
23) Collection period (days)
24) Credit period (days)
25) Export revenue / Operating revenue (%)
26) R&D expenses / Operating revenue (%)
27) Current ratio (x)
28) Liquidity ratio (x)
29) Shareholders liquidity ratio (x)
30) Solvency ratio (Asset based) (%)
31) Solvency ratio (Liability based) (%)

32) Gearing (%)
33) Profit per employee (th)
34) Operating revenue per employee (th)
35) Costs of employees / Operating revenue (%)
36) Average cost of employee (th)
37) Shareholders funds per employee (th)
38) Working capital per employee (th)
39) Total assets per employee (th)

Tabella 4 - Lista Informazioni contenute nelle estrazioni da ORBIS

Di ogni indicatore di bilancio si è proceduto a richiedere il valore per ogni anno compreso nel periodo 2014 – 2024.

ORBIS non permette di avere immediatamente una variabile binaria [0;1] da inserire come target nella regressione logistica, né permette di avere in un'unica variabile una data precisa per il default aziendale. Si è dovuto, quindi, proxare la data di default grazie alle informazioni contenute nelle colonne: Status, Data dello Status, Data aggiornamento dello Status e Data dell'Ultimo Bilancio Disponibile. Dopo aver individuato l'anno nel quale si è verificato il default, si è costruita la variabile target come un "Flag Default a 12 mesi" (ad esempio, se il default è avvenuto nel 2020 la variabile target assume valore 1 nell'anno 2019).

In conclusione, si è ottenuto un database finale contenente 6336 osservazioni per le aziende DEFAULT (576 aziende per 11 anni), mentre 35.959 per le aziende BONIS.

Il campione di Sviluppo contiene 345 aziende DEFAULT e 1155 BONIS.

Il campione di Validazione contiene 230 aziende DEFAULT e 770 BONIS.

Questa divisione per utilizzare tutte le aziende DEFAULT e al contempo mantenere una giusta percentuale tra DEFAULT e BONIS (circa 20 %).

Successivamente, si sono eliminate dal database i record delle aziende "DEFAULT" con l'anno di riferimento successivo a quello nel quale la variabile target assume valore 1.

Riassumendo:

NOME	RECORD	AZIENDE BONIS	AZIENDE DEFAULT
Campione di Sviluppo	16.036	345	1.155
Campione di Validazione	10.705	230	770

Tabella 5- Riassuntivo campioni

Inoltre, al fine di permettere l'analisi tramite regressione logistica con variabili continue e non categorizzate in bucket, si sono svolte le seguenti operazioni:

1. Applicazione della tecnica LOCF (Last Observation Carried Forward). Importante in quanto ha permesso di sostituire i valori missing degli indicatori con l'ultimo valore non missing osservato per azienda;
2. Per le aziende che hanno tutti i valori missing di un indicatore per tutti gli anni di osservazione, la tecnica LOCF non permette di ottenere risultati soddisfacenti. Per questo motivo i valori missing sono stati sostituiti con la mediana di ogni indicatore e per ogni anno.

In questo modo il database è stato pulito da tutti i valori missing.

3 Analisi e Modelli

3.1 Campione di Sviluppo

In primis si riportano i segni che ci si aspetta di ottenere nei coefficienti della regressione, sulla base di ipotesi puramente economiche.

INDICATORE	SEGNO ATTESO
------------	--------------

ROE using Profit (Loss) before tax (%)	Negativo
ROCE using Profit (Loss) before tax (%)	Negativo
ROA using Profit (Loss) before tax (%)	Negativo
ROE using Net income (%)	Negativo
ROCE using Net income (%)	Negativo
ROA using Net income (%)	Negativo
Profit margin (%)	Negativo
Gross margin (%)	Negativo
EBITDA margin (%)	Negativo
EBIT margin (%)	Negativo
Cash flow / Operating revenue (%)	Negativo
Enterprise value / EBITDA (x)	Negativo
Market cap / Cash flow from operations (x)	Negativo
Net assets turnover (x)	Negativo
Interest coverage (x)	Negativo
Stock turnover (x)	Negativo
Collection period (days)	Positivo
Credit period (days)	Negativo/Positivo
Export revenue / Operating revenue (%)	Negativo
R&D expenses / Operating revenue (%)	Negativo
Current ratio (x)	Negativo
Liquidity ratio (x)	Negativo
Shareholders liquidity ratio (x)	Negativo
Solvency ratio (Asset based) (%)	Negativo
Solvency ratio (Liability based) (%)	Negativo
Gearing (%)	Positivo
Profit per employee (th)	Negativo
Operating revenue per employee (th)	Negativo
Costs of employees / Operating revenue (%)	Positivo
Average cost of employee (th)	Positivo/Negativo

Shareholders funds per employee (th)	Negativo
Working capital per employee (th)	Negativo
Total assets per employee (th)	Negativo

Tabella 6 - Segno Atteso delle Variabili

Per effettuare la stima del modello, la metodologia utilizzata è la regressione logistica (modello logit). I coefficienti del modello sono calcolati con il metodo della massima verosimiglianza.

È stata applicata la tecnica stepwise con soglie di entrata e uscita pari a p-value $<$ e $\geq 5\%$. Il modello finale, ottenuto con la metodologia stepwise è il seguente:

Somers' D=77,4%.

INDICATORE	COEFFICIENTE	P-VALUE
Intercetta	0,24	
ROCE using Profit (Loss) before tax (%)	-0,003	<,0001
ROA using Profit (Loss) before tax (%)	-0,03	<,0001
Gross margin (%)	0,01	<,0001
EBITDA margin (%)	-0,062	<,0001
Market cap / Cash flow from operations (x)	-0,62	<,0001
Collection period (days)	0,001	0,02%
Current ratio (x)	0,028	1,6%
Solvency ratio (Asset based) (%)	-0,02	<,0001
Average cost of employee (th)	-0,003	3,3%
Working capital per employee (th)	0,0002	3,3%

Si nota come i valori dei p-value non superano il 5%.

Si riporta inoltre il riassunto della metodologia stepwise con gli ingressi e le uscite delle variabili indipendenti:

STEP	TIPOLOGIA EFFETTO		P-VALUE
	INGRESSO	USCITA	
1	ROA using Net income (%)		<,0001
2	Solvency ratio (Asset based) (%)		<,0001
3	Market cap / Cash flow from operations (x)		<,0001
4	Collection period (days)		<,0001
5	EBIT margin (%)		<,0001
6	ROCE using Profit (Loss) before tax (%)		<,0001
7	Gross margin (%)		0,28%
8	Current ratio (x)		0,23%
9	ROA using Profit (Loss) before tax (%)		0,35%
10		ROA using Net income (%)	91%
11	EBITDA margin (%)		0,8%
12		EBIT margin (%)	57%
13	Average cost of employee (th)		3,8%
14	Working capital per employee (th)		2,6%

Tuttavia, il modello risultante dalla stepwise non risulta pienamente soddisfacente. Infatti, questa tecnica controlla matematicamente solo il valore dei p-value e non anche dei beta. Si può notare come alcuni indici hanno un segno diverso da quello che ci aspetteremo da un punto di vista puramente economico. Perciò, le variabili eliminate sono: Gross_Margin, Current_Ratio, Work_Capital_Employ.

Si è quindi ripetuta la regressione, ottenendo:

Somers'D=76%.

INDICATORE	COEFFICIENTE	P-VALUE
Intercetta	0,75	
ROCE using Profit (Loss) before tax (%)	-0,002	<,0001
ROA using Profit (Loss) before tax (%)	-0,029	<,0001
EBITDA margin (%)	-0,012	<,0001
Market cap / Cash flow from operations (x)	-0,614	<,0001
Collection period (days)	0,002	<,0001
Solvency ratio (Asset based) (%)	-0,020	<,0001
Average cost of employee (th)	-0,003	3,7%

Per incrementare la capacità predittiva del modello, si è cercato di introdurre una variabile che possa cogliere l'influenza degli eventi geopolitici sulla stabilità aziendale. Questo fattore aggiuntivo, in coerenza con il modello logistico, deve rispettare alcune condizioni:

- 1) Semplicità di comprensione e di utilizzo nel modello;
- 2) Bassa correlazione con gli indicatori già presenti;

La scelta è ricaduta sul *Geopolitical Risk Index*, già citato nel capitolo 2. Sebbene gli autori forniscano i valori dell'indice per alcuni paesi specifici, si è testato unicamente il valore riferito all'intera popolazione. Questa idea muove da due considerazioni:

- 1) Nonostante esista il valore dell'indice specifico USA, ciò non avviene per alcuni paesi dell'Unione Europea che sono presenti sia nel campione di sviluppo che in quello di validazione. Alla luce dei moderati default presenti in campione, l'eliminazione di osservazioni non sarebbe stata opportuna;
- 2) Tutte le aziende considerate appartengono alla forma legale standardizzata "Public Limited Company", si assume che questo tipo di aziende risentano degli avvenimenti geopolitici mondiali.

Il valore del GPR index è fornito mensilmente ed è disponibile per tutti i 12 mesi degli anni presenti in campione. Al fine di avere un unico dato riferito ad ogni anno si è calcolata la mediana dei 12 valori.

NOME	SEGNO ATTESO
GPR index – Mediana (x)	Positivo

Tabella 10 – Segno atteso GPR-Index

Si è quindi deciso di eliminare la variabile Work_cap_empl (l'ultima ad essere stata aggiunta dalla stepwise nonché quella col p-value maggiore) e sostituirla con GPR index – Mediana . Il modello ottenuto è il seguente:

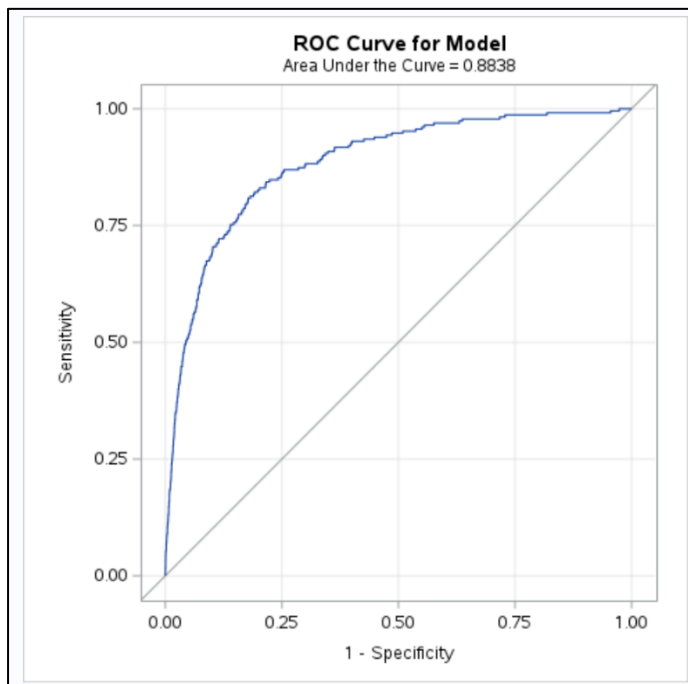
Somers'D=82%.

INDICATORE	COEFFICIENTE	P-VALUE
Intercetta	-8,188	
ROCE using Profit (Loss) before tax (%)	-0,002	1,4%
ROA using Profit (Loss) before tax (%)	-0,032	<,0001
EBITDA margin (%)	-0,015	<,0001
Market cap / Cash flow from operations (x)	-0,228	<,0001
Collection period (days)	0,002	<,0001
Solvency ratio (Asset based) (%)	-0,023	<,0001
GPR index – Mediana (x)	-0,071	<,0001

È rispettato il segno atteso dei coefficienti ed anche la monotonicità crescente dei loro valori per ogni indicatore suddiviso in classi. Si nota come i valori dei p-value non superano il 5%.

Rispetto al modello precedente il valore del Somers'D è aumentato di circa 6%. Ma per poter meglio confrontare la capacità predittiva dei due modelli si procede a calcolare ROC(AUC) ed il test di Kuiper.

Modello senza GPR Index:

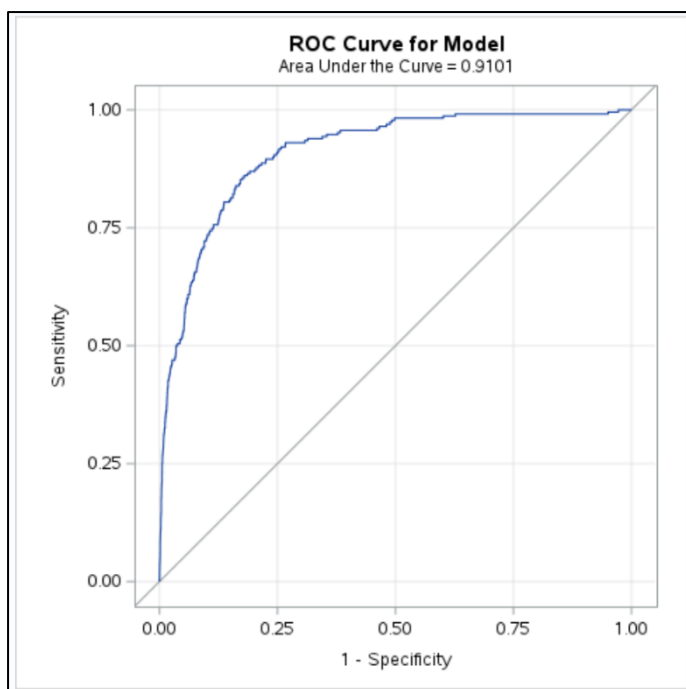


Statistica di Kuiper	P-VALUE
0,6	<,0001

Si apprezza la buona capacità del modello di classificazione.

L'esito del test di Kuiper indica che, con significatività statistica, il modello è in grado di discriminare correttamente il gruppo "BONIS" da quello "DEFAULT".

Modello con GPR Index:



Statistica di Kuiper	P-VALUE
0,7	<,0001

Si apprezza l'alta capacità del modello di classificazione.

L'esito del test di Kuiper indica che, con significatività statistica, il modello è in grado di discriminare correttamente il gruppo "BONIS" da quello "DEFAULT".

Riassumendo:

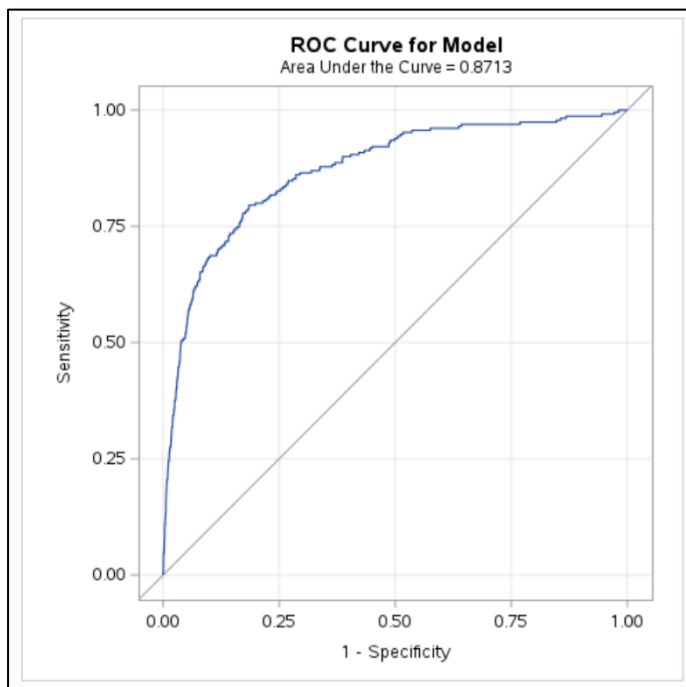
MODELLO	TEST	P-VALUE
Modello senza GPR Index	Somers' D: 76%	.
	AUC: 88%	.
	K: 0,6	<,0001
Modello con GPR Index	Somers' D: 82%	.
	AUC:	.

	91%	
	K: 0,7	<,0001

3.2 Campione di Validazione

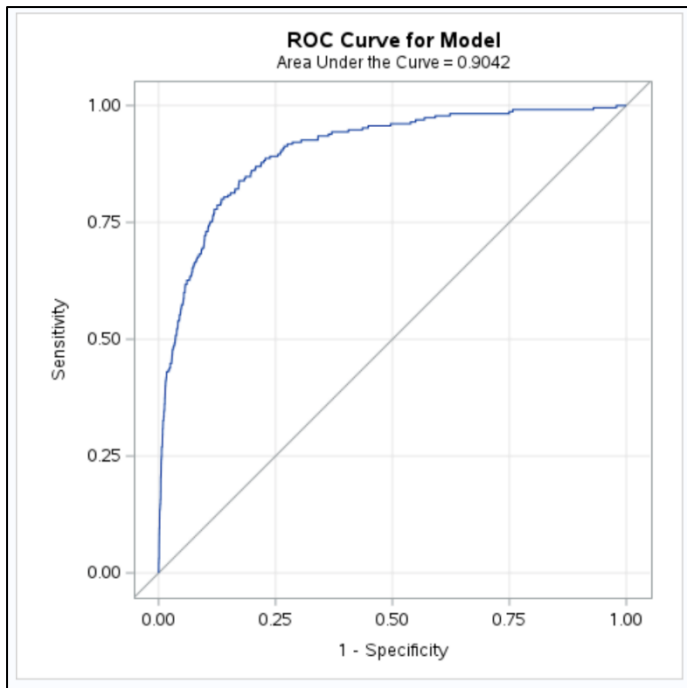
Di seguito sono riportate le analisi effettuate sul campione di validazione, esse sono state effettuate su entrambi i modelli presentati nel precedente paragrafo.

Modello senza GPR Index:



Statistica di Kuiper	P-VALUE
0,61	<,0001

Modello con GPR Index:



Statistica di Kuiper	P-VALUE
0,66	<,0001

Riassumendo:

MODELLO	TEST	P-VALUE
Modello senza GPR Index	AUC: 87%	.
	K: 0,61	<,0001
Modello con GPR Index	AUC: 90%	.
	0,66	<,0001

Conclusioni

Il sistema bancario permea la struttura di ogni economia avanzata. L'esperienza delle ultime crisi bancarie ci obbliga a riconoscere che l'attività di quantificazione e gestione dei rischi è essenziale non solo per tutelare le "banche" ma l'intero sistema produttivo. Negli ultimi decenni si è agito con decisione nei confronti di alcuni tipi di rischi, soprattutto di credito, mercato e di liquidità, ma l'attività bancaria è certamente esposta a molti di più. Uno di questi è il rischio geopolitico, che sta assumendo sempre più risonanza e attenzione tra le autorità di vigilanza. È essenziale che questi riflettori non si spengano e che le attività finora svolte, soprattutto a livello UE, non siano considerate una "moda passeggera". Si deve cominciare un processo che porti alla "istituzionalizzazione" di questo nuovo tipo di rischio, a partire da regole condivise per la sua quantificazione e gestione. Tramite un semplice esercizio si è cercato di dimostrare che l'inclusione di una variabile che colga gli effetti derivanti da episodi geopolitici porta a miglioramenti predittivi sulla PD. Tuttavia, la prova è soggetta a diverse limitazioni, come:

- La modesta grandezza del campione;
- L'approssimazione delle date di default, per l'impossibilità di reperire un dato soddisfacente;
- Il meccanismo usato di Data Imputation, data la presenza di osservazioni con valori "missing".

Codice Sorgente

```
1 /* CARICO I DATI */
2 data Dati_Sviluppo; set "/home/u64291266/sasuser.v94/sviluppo.sas7bdat";run;
3
4 *Calcolo i Decili di ogni Variabile;
5 %macro Calcola_Decili(data=, var=, out=);
6 %let nome_pref = %sysfunc(substr(&var, 1, 10));
7 proc univariate data=&data noprint;
8 var &var;
9 output out=&out
10 pctlpts= 10 20 30 40 50 60 70 80 90 pctlpre=0_&nome_pref_;
11 run;
12 %mend Calcola_Decili;
13
14 /* CALCOLO I DECILI */
15 *1; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=ROE_Profit_num, out=decili_ROE_Profit );
16 *2; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=ROCE_Profit_num, out=decili_ROCE_Profit );
17 *3; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=ROA_Profit_num, out=decili_ROA_Profit );
18 *4; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=ROE_Net_num, out=decili_ROE_Net );
19 *5; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=ROCE_Net_num, out=decili_ROCE_Net );
20 *6; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=ROA_Net_num, out=decili_ROA_Net );
21 *7; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=Profit_Margin_num, out=decili_Profit_Marg );
22 *8; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=Gross_margin_num, out=decili_Gross_Marg );
23 *9; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=EBITDA_Margin_num, out=decili_EBITDA_Marg );
24 *10; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=EBIT_margin_num, out=decili_EBIT_Marg );
25 *11; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=Cash_Operating_num, out=decili_Cash_Oper );
26 *12; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=EV_EBITDA_num, out=decili_EV_EBITDA );
27 *13; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=Interest_coverage_num, out=decili_Interest_Cov );
28 *14; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=Market_Cash_num, out=decili_Market_Cash );
29 *15; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=Net_asset_retun_num, out=decili_Net_Asset );
30 *16; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=Stock_turnover_num, out=decili_Stock_Turn );
31 *17; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=Gearing_num, out=decili_Gearing );
32 *18; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=collection_period_num, out=decili_Collection );
33 *19; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=Credit_period_num, out=decili_Credit );
34 *20; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=Expor_cash_num, out=decili_Expor_Cash );
35 *21; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=R_D_revenue_num, out=decili_R_D );
36 *22; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=Current_ratio_num, out=decili_Current_Ratio );
37 *23; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=Liquidity_ratio_num, out=decili_Liquidity_Ratio );
38 *24; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=Shareholders_liquidity_num, out=decili_Shareholders_Liq );
39 *25; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=Solvency_ratio_asset_num, out=decili_Solvency_Assets );
40 *26; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=Solvency_ratio_liability_num, out=decili_Solvency_Liability );
41 *27; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=Profit_employe_num, out=decili_Profit_Empl );
42 *28; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=operating_revenue_employee_num, out=decili_Operating_Rev );
43 *29; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=Costs_operatin_employee_num, out=decili_Costs_Oper );
44 *30; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=Average_cost_employee_num, out=decili_Average_Cost );
45 *31; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=Shareholders_funds_employee_num, out=decili_Shareholders_Funds );
46 *32; %Calcola_Decili (data=Dati_Sviluppo, var=Working_cap_employee_num, out=decili_Working_Cap );
47
48 proc sql;create table UNIONE_DECILI as
49 select a.*, b.*,c.*,d.*,e.*,f.*,h.*,i.*,l.*,m.*,n.*,o.*,p.*,q.*,r.*,s.*,t.*,u.*,v.*,z.*,
50 aa.*,bb.*,cc.*,dd.*,ee.*,ff.*,gg.*,hh.*,ii.*,ll.*,mm.*,nn.*
51
52 from Dati_Sviluppo as a, decili_ROE_Profit as b, decili_ROCE_Profit as c, decili_ROA_Profit as d,
53 decili_ROE_Net as e, decili_ROCE_Net as f, decili_ROA_Net as g,decili_Profit_Marg as h,
54 decili_Gross_Marg as i, decili_EBITDA_Marg as l, decili_EBIT_Marg as m, decili_Cash_Oper as n,
55 decili_EV_EBITDA as o, decili_Interest_Cov as p, decili_Market_Cash as q, decili_Net_Asset as r,
56 decili_Stock_Turn as s, decili_Gearing as t, decili_Collection as u, decili_Credit as v,
57 decili_Expor_Cash as z, decili_R_D as aa, decili_Current_Ratio as bb, decili_Liquidity_Ratio as cc,
58 decili_Shareholders_Liq as dd, decili_Solvency_Assets as ee, decili_Solvency_Liability as ff, decili_Profit_Empl as gg,
59 decili_Operating_Rev as hh, decili_Costs_Oper as ii, decili_Average_Cost as ll, decili_Shareholders_Funds as mm, decili_Working_Cap as nn;
60 quit;
61
62 %macro Calcola_Codici_Tutti(data_in=, data_out=);
63 data &data_out;
64 set &data_in;
65
66 /* 1. Definiamo l'elenco delle 32 variabili originali */
67 array v[32] ROE_Profit_num ROCE_Profit_num ROA_Profit_num ROE_Net_num ROCE_Net_num
68 ROA_net_num Profit_Margin_num Gross_margin_num EBITDA_Margin_num
69 EBIT_margin_num Cash_Operating_num EV_EBITDA_num Interest_coverage_num
70 Market_Cash_num Net_asset_retun_num Stock_turnover_num Gearing_num
71 collection_period_num credit_period_num Expor_cash_num R_D_revenue_num
72 Current_ratio_num Liquidity_ratio_num Shareholders_liquidity_num
73 Solvency_ratio_asset_num Solvency_ratio_liability_num Profit_employe_num
74 operating_revenue_employee_num Costs_operatin_employee_num
75 Average_cost_employee_num Shareholders_funds_employee_num Working_cap_employee_num;
76
77 /* 2. Definiamo le 32 nuove variabili _code */
78 array c[32] ROE_Profit_num_code ROCE_Profit_num_code ROA_Profit_num_code ROE_Net_num_code
79 ROCE_Net_num_code ROA_net_num_code Profit_Margin_num_code Gross_margin_num_code
80 EBITDA_Margin_num_code EBIT_margin_num_code Cash_Operating_num_code
81 EV_EBITDA_num_code Interest_coverage_num_code Market_Cash_num_code
82 Net_asset_retun_num_code Stock_turnover_num_code Gearing_num_code
83 collection_period_num_code credit_period_num_code Expor_cash_num_code
84 R_D_revenue_num_code Current_ratio_num_code Liquidity_ratio_num_code
85 Shareholders_liquidity_num_code Solvency_ratio_asset_num_code
86 Solvency_ratio_liab_num_code Profit_employe_num_code
87 Operating_revenue_empl_num_code Costs_operatin_employee_num_code
88 Average_cost_employee_num_code Shareholders_funds_empl_num_code
89 Working_cap_employee_num_code;
90
91 /* 3. Ciclo per ogni variabile */
92 %do i = 1 %to 32;
93 /* Recuperiamo il prefisso per puntare alle soglie corrette */
94 %let var_name = %scan(ROE_Profit_num ROCE_Profit_num ROA_Profit_num ROE_Net_num ROCE_Net_num
95 ROA_net_num Profit_Margin_num Gross_margin_num EBITDA_Margin_num EBIT_margin_num Cash_Operating_num EV_EBITDA_num
96 Interest_coverage_num Market_Cash_num Net_asset_retun_num Stock_turnover_num Gearing_num collection_period_num
97 credit_period_num Expor_cash_num R_D_revenue_num Current_ratio_num Liquidity_ratio_num Shareholders_liquidity_num
98 Solvency_ratio_asset_num Solvency_ratio_liability_num Profit_employe_num operating_revenue_employee_num Costs_operatin_employee_num
99 Average_cost_employee_num Shareholders_funds_employee_num Working_cap_employee_num, &i);
100 %let pref = %sysfunc(substr(&var_name, 1, 10));
101
102 c[&i] = 10; /* Default: decile 10 */
103 if v[&i] <= D.&pref._10 then c[&i] = 1;
104 else if v[&i] <= D.&pref._20 then c[&i] = 2;
105 else if v[&i] <= D.&pref._30 then c[&i] = 3;
106 else if v[&i] <= D.&pref._40 then c[&i] = 4;
107 else if v[&i] <= D.&pref._50 then c[&i] = 5;
108 else if v[&i] <= D.&pref._60 then c[&i] = 6;
109 else if v[&i] <= D.&pref._70 then c[&i] = 7;
110 else if v[&i] <= D.&pref._80 then c[&i] = 8;
111 else if v[&i] <= D.&pref._90 then c[&i] = 9;
112
113 if missing(v[&i]) then c[&i] = .;
114 %end;
115 run;
116 %mend Calcola_Codici_Tutti;
117
118 /* Esecuzione singola */
119 %Calcola_Codici_Tutti(data_in=UNIONE_DECILI, data_out=UNIONE_DECILI_BUCKET);
120
```

```

121 data UNIONE_DECILI_BUCKET_2;
122 set UNIONE_DECILI_BUCKET;
123
124
125 rename Shareholders_liquidity_num = Shareholders_liq_num;
126 rename Shareholders_liquidity_num_code = Shareholders_liq_num_code;
127
128 rename Operating_revenue_employee_num = Operating_rev_employee_num;
129 rename Operating_revenue_empl_num_code = Operating_rev_empl_num_code;
130
131 rename Costs_operatin_employee_num = Costs_op_employee_num;
132 rename Costs_operatin_employee_num_code = Costs_op_employee_num_code;
133
134 rename Shareholders_funds_employee_num = Share_funds_empl_num;
135 rename Shareholders_funds_empl_num_code = Share_funds_empl_num_code;
136
137
138 rename Solvency_ratio_asset_num = Sol_rat_asset_num;
139 rename Solvency_ratio_asset_num_code = Sol_rat_asset_num_code;
140
141 rename Solvency_ratio_liability_num = Sol_rat_liability_num;
142 rename Solvency_ratio_liab_num_code = Sol_rat_liability_num_code;
143
144 rename Average_cost_employee_num = Avg_cost_empl_num;
145 rename Average_cost_employee_num_code = Avg_cost_empl_num_code;
146
147 rename Working_cap_employee_num = Work_cap_empl_num;
148 rename Working_cap_employee_num_code = Work_cap_empl_num_code;
149
150 run;
151
152 /* MACRO LOCF */
153 %macro recupero_locf(dataset_in, dataset_out);
154 /* liste delle variabili per gli array */
155 %let lista_v = ROE_Profit_num ROCE_Profit_num ROA_Profit_num ROE_Net_num ROCE_Net_num
156 ROA_net_num Profit_Margin_num Gross_margin_num EBITDA_Margin_num
157 EBIT_margin_num Cash_operating_num EV_EBITDA_num Interest_coverage_num
158 Market_cash_num Net_asset_retun_num Stock_turnover_num Gearing_num
159 collection_period_num credit_period_num Expor_cash_num R_D_revenue_num
160 Current_ratio_num Liquidity_ratio_num Shareholders_liq_num
161 Sol_rat_asset_num Sol_rat_liability_num Profit_employe_num
162 Operating_rev_employee_num Costs_op_employee_num
163 Avg_cost_empl_num Share_funds_empl_num Work_cap_empl_num;
164
165 %let lista_c = ROE_Profit_num_code ROCE_Profit_num_code ROA_Profit_num_code ROE_Net_num_code
166 ROCE_Net_num_code ROA_net_num_code Profit_Margin_num_code Gross_margin_num_code
167 EBITDA_Margin_num_code EBIT_margin_num_code Cash_operating_num_code
168 EV_EBITDA_num_code Interest_coverage_num_code Market_Cash_num_code
169 Net_asset_retun_num_code Stock_turnover_num_code Gearing_num_code
170 collection_period_num_code credit_period_num_code Expor_cash_num_code
171 R_D_revenue_num_code Current_ratio_num_code Liquidity_ratio_num_code
172 Shareholders_liq_num_code Sol_rat_asset_num_code
173 Sol_rat_liability_num_code Profit_employe_num_code
174 Operating_rev_empl_num_code Costs_op_employee_num_code
175 Avg_cost_empl_num_code Share_funds_empl_num_code
176 work_cap_empl_num_code;
177
178 data &dataset_out;
179 set &dataset_in;
180 by nome;
181
182 /* Array per le variabili nel dataset */
183 array v[32] &lista_v;
184 array c[32] &lista_c;
185
186 array last_v[32] _temporary_;
187 array last_c[32] _temporary_;
188
189 if first.nome then do i = 1 to 32;
190 last_v[i] = .;
191 last_c[i] = .;
192 end;
193
194 do i = 1 to 32;
195 if c[i] = . then do;
196 v[i] = last_v[i];
197 c[i] = last_c[i];
198 end;
199 else do;
200 last_v[i] = v[i];
201 last_c[i] = c[i];
202 end;
203 end;
204
205 drop i;
206 run;
207 %mend recupero_locf;
208
209 proc sort data=UNIONE_DECILI_BUCKET_2;
210 by nome anno;
211 run;
212 %recupero_locf(UNIONE_DECILI_BUCKET_2, UNIONE_DECILI_BUCKET_locf);
213
214 /* PROVO CON CONTINUE */
215 %let candidate_MEDIA=ROE_Profit_num ROCE_Profit_num ROA_Profit_num ROE_Net_num ROCE_Net_num
216 ROA_net_num Profit_Margin_num Gross_margin_num EBITDA_Margin_num
217 EBIT_margin_num Cash_operating_num EV_EBITDA_num Interest_coverage_num
218 Market_cash_num Net_asset_retun_num Stock_turnover_num Gearing_num
219 collection_period_num credit_period_num Expor_cash_num R_D_revenue_num
220 Current_ratio_num Liquidity_ratio_num Shareholders_liq_num
221 Sol_rat_asset_num Sol_rat_liability_num Profit_employe_num
222 Operating_rev_employee_num Costs_op_employee_num
223 Avg_cost_empl_num Share_funds_empl_num Work_cap_empl_num;
224
225
226
227 /* 1. Calcolo le mediane */
228 proc means data=UNIONE_DECILI_BUCKET_locf median nway noprint;
229 class anno;
230 var &candidate_MEDIA;
231 output out=work.temp_med (drop=_type_ _freq_) median= / autoname;
232 run;
233
234 proc sql; create table nuovo as select
235 a.*,b.*
236
237 from UNIONE_DECILI_BUCKET_locf as a
238 left join work.temp_med as b
239
240 on a.anno=b.anno;
241 quit;
242
243
244 %macro esegui_imputazione(ds_in, ds_out);
245

```

```

246 data &ds_out.;
247 set &ds_in.;
248
249 array orig(*) &candidate_originali.;
250 array med(*) &candidate_mediane.;
251
252 do i = 1 to dim(orig);
253   if orig(i) = . then do;
254     orig(i) = med(i);
255   end;
256 end;
257
258 drop i &candidate_mediane.;
259 run;
260 %mend esegui_imputazione;
261
262 %let candidate_originali=ROE_Profit_num ROCE_Profit_num ROA_Profit_num ROE_Net_num ROCE_Net_num
263   ROA_net_num Profit_Margin_num Gross_margin_num EBITDA_Margin_num
264   EBIT_margin_num Cash_Operating_num EV_EBITDA_num Interest_coverage_num
265   Market_Cash_num Net_asset_retun_num Stock_turnover_num Gearing_num
266   collection_period_num credit_period_num Expor_cash_num R_D_revenue_num
267   Current_ratio_num Liquidity_ratio_num Shareholders_liq_num
268   Sol_rat_asset_num Sol_rat_liability_num Profit_employe_num
269   Costs_op_employee_num
270   Avg_cost_empl_num Share_funds_empl_num Work_cap_empl_num;
271
272 %let candidate_mediane=ROE_Profit_num_median ROCE_Profit_num_median ROA_Profit_num_median ROE_Net_num_median ROCE_Net_num_median
273   ROA_net_num_median Profit_Margin_num_median Gross_margin_num_median EBITDA_Margin_num_median
274   EBIT_margin_num_median Cash_Operating_num_median EV_EBITDA_num_median Interest_coverage_num_median
275   Market_Cash_num_median Net_asset_retun_num_median Stock_turnover_num_median Gearing_num_median
276   collection_period_num_median credit_period_num_median Expor_cash_num_median R_D_revenue_num_median
277   Current_ratio_num_median Liquidity_ratio_num_median Shareholders_liq_num_median
278   Sol_rat_asset_num_median Sol_rat_liability_num_median Profit_employe_num_median
279   Costs_op_employee_num_median
280   Avg_cost_empl_num_median Share_funds_empl_num_median Work_cap_empl_num_median;
281
282
283 DATA NUOVO_2014; SET NUOVO; WHERE ANNO=2014;RUN;
284 DATA NUOVO_2015; SET NUOVO; WHERE ANNO=2015;RUN;
285 DATA NUOVO_2016; SET NUOVO; WHERE ANNO=2016;RUN;
286 DATA NUOVO_2017; SET NUOVO; WHERE ANNO=2017;RUN;
287 DATA NUOVO_2018; SET NUOVO; WHERE ANNO=2018;RUN;
288 DATA NUOVO_2019; SET NUOVO; WHERE ANNO=2019;RUN;
289 DATA NUOVO_2020; SET NUOVO; WHERE ANNO=2020;RUN;
290 DATA NUOVO_2021; SET NUOVO; WHERE ANNO=2021;RUN;
291 DATA NUOVO_2022; SET NUOVO; WHERE ANNO=2022;RUN;
292 DATA NUOVO_2023; SET NUOVO; WHERE ANNO=2023;RUN;
293 DATA NUOVO_2024; SET NUOVO; WHERE ANNO=2024;RUN;
294
295
296 DATA NUOVO_2014; SET NUOVO; WHERE ANNO=2014;RUN;
297 %esegui_imputazione (NUOVO_2014, NUOVO_2014_R);
298 %esegui_imputazione (NUOVO_2015, NUOVO_2015_R);
299 %esegui_imputazione (NUOVO_2016, NUOVO_2016_R);
300 %esegui_imputazione (NUOVO_2017, NUOVO_2017_R);
301 %esegui_imputazione (NUOVO_2018, NUOVO_2018_R);
302 %esegui_imputazione (NUOVO_2019, NUOVO_2019_R);
303 %esegui_imputazione (NUOVO_2020, NUOVO_2020_R);
304 %esegui_imputazione (NUOVO_2021, NUOVO_2021_R);
305 %esegui_imputazione (NUOVO_2022, NUOVO_2022_R);
306 %esegui_imputazione (NUOVO_2023, NUOVO_2023_R);
307 %esegui_imputazione (NUOVO_2024, NUOVO_2024_R);
308
309
310 DATA UNIONE_NEW; SET
311 NUOVO_2014_R
312 NUOVO_2015_R
313 NUOVO_2016_R
314 NUOVO_2017_R
315 NUOVO_2018_R
316 NUOVO_2019_R
317 NUOVO_2020_R
318 NUOVO_2021_R
319 NUOVO_2022_R
320 NUOVO_2023_R
321 NUOVO_2024_R
322 ;
323 RUN;
324
325 PROC SORT DATA=UNIONE_NEW; BY NOME ANNO ;RUN;
326
327 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE ROE_Profit_num /LIST MISSING;where ROE_Profit_num.;;RUN;
328 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE ROCE_Profit_num /LIST MISSING;where ROCE_Profit_num.;;RUN;
329 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE ROA_Profit_num /LIST MISSING;where ROA_Profit_num.;;RUN;
330 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE ROE_Net_num /LIST MISSING;where ROE_Net_num.;;RUN;
331 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE ROCE_Net_num /LIST MISSING;where ROCE_Net_num.;;RUN;
332 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE ROA_net_num /LIST MISSING;where ROA_net_num.;;RUN;
333 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE Profit_Margin_num /LIST MISSING;where Profit_Margin_num.;;RUN;
334 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE Gross_margin_num /LIST MISSING;where Gross_margin_num.;;RUN;
335 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE EBITDA_Margin_num /LIST MISSING;where EBITDA_Margin_num.;;RUN;
336 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE EBIT_margin_num /LIST MISSING;where EBIT_margin_num.;;RUN;
337 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE Cash_Operating_num /LIST MISSING;where Cash_Operating_num.;;RUN;
338 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE EV_EBITDA_num /LIST MISSING;where EV_EBITDA_num.;;RUN;
339 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE Interest_coverage_num /LIST MISSING;where Interest_coverage_num.;;RUN;
340 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE Market_Cash_num /LIST MISSING;where Market_Cash_num.;;RUN;
341 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE Net_asset_retun_num /LIST MISSING;where Net_asset_retun_num.;;RUN;
342 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE Stock_turnover_num /LIST MISSING;where Stock_turnover_num.;;RUN;
343 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE Gearing_num /LIST MISSING;where Gearing_num.;;RUN;
344 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE collection_period_num /LIST MISSING;where collection_period_num.;;RUN;
345 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE credit_period_num /LIST MISSING;where credit_period_num.;;RUN;
346 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE Expor_cash_num /LIST MISSING;where Expor_cash_num.;;RUN;
347 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE R_D_revenue_num /LIST MISSING;where R_D_revenue_num.;;RUN;
348 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE Current_ratio_num /LIST MISSING;where Current_ratio_num.;;RUN;
349 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE Liquidity_ratio_num /LIST MISSING;where Liquidity_ratio_num.;;RUN;
350 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE Shareholders_liq_num /LIST MISSING;where Shareholders_liq_num.;;RUN;
351 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE Sol_rat_asset_num /LIST MISSING;where Sol_rat_asset_num.;;RUN;
352 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE Sol_rat_liability_num /LIST MISSING;where Sol_rat_liability_num.;;RUN;
353 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE Profit_employe_num /LIST MISSING;where Profit_employe_num.;;RUN;
354 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE Costs_op_employee_num /LIST MISSING;where Costs_op_employee_num.;;RUN;
355 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE Avg_cost_empl_num /LIST MISSING;where Avg_cost_empl_num.;;RUN;
356 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE Share_funds_empl_num /LIST MISSING;where Share_funds_empl_num.;;RUN;
357 PROC FREQ DATA=UNIONE_NEW; TABLE Work_cap_empl_num /LIST MISSING;where Work_cap_empl_num.;;RUN;
358
359
360
361 %let candidate_originali=ROE_Profit_num ROCE_Profit_num ROA_Profit_num ROE_Net_num ROCE_Net_num
362   ROA_net_num Profit_Margin_num Gross_margin_num EBITDA_Margin_num
363   EBIT_margin_num Cash_Operating_num EV_EBITDA_num Interest_coverage_num
364   Market_Cash_num Net_asset_retun_num Stock_turnover_num Gearing_num
365   collection_period_num credit_period_num Expor_cash_num R_D_revenue_num
366   Current_ratio_num Liquidity_ratio_num Shareholders_liq_num
367   Sol_rat_asset_num Sol_rat_liability_num Profit_employe_num
368   Costs_op_employee_num
369   Avg_cost_empl_num Share_funds_empl_num Work_cap_empl_num;
370
371
372
373 proc logistic data=UNIONE_NEW descending;
374 model defcpt_2 = &candidate_originali /
375   selectionstepwise
376   s1entry=0.05
377   s1stay=0.05
378   details;
379 ods output ParameterEstimates=work.logit_results;
380 run;
381

```

```

382
383
384 PROC LOGISTIC DATA=unione_new outmodel=Sviluppo_Modello_1 DESC;
385 MODEL DEF_CPT_2= ROCE_Profit_num ROA_Profit_num EBITDA_Margin_num Market_Cash_num collection_period_num Sol_rat_asset_num Avg_cost_empl_num / details lackfit stb ctable;
386 output out=Sviluppo_Score_1 p=Sviluppo_PD_1;
387 RUN;
388 proc logistic inmodel=Sviluppo_Modello_1 desc;
389 score data=unione_new out=Sviluppo_Score_1_2;
390 run;
391 proc logistic data=Sviluppo_Score_1_2 desc;
392 model def_cpt_2(event='1') = P_1 / outroc=rocddata;
393 run;
394 proc sort data=Sviluppo_Score_1_2;by descending P_1;run;
395 proc npar1way data=Sviluppo_Score_1_2 edf;
396 class def_cpt_2;var P_1;run;
397
398
399 proc sql; create table unione_new_gprh as select
400 a.*,b.*
401 from unione_new as a
402 left join "/home/u64291266/sasuser.v94/gprh.sas7bdat" as b
403 on a.anno=b.anno; quit;
404
405 PROC LOGISTIC DATA=unione_new_gprh outmodel=Sviluppo_Modello_2 DESC;
406 MODEL DEF_CPT_2= ROCE_Profit_num ROA_Profit_num EBITDA_Margin_num Market_Cash_num collection_period_num Sol_rat_asset_num gprh_mediana / details lackfit stb ctable;
407 output out=Sviluppo_Score_2 p=Sviluppo_PD_2;
408 RUN;
409 proc logistic inmodel=Sviluppo_Modello_2 desc;
410 score data=unione_new_gprh out=Sviluppo_Score_2_2;
411 run;
412 proc logistic data=Sviluppo_Score_2_2 desc;
413 model def_cpt_2(event='1') = P_1 / outroc=rocddata;
414 run;
415 proc sort data=Sviluppo_Score_2_2;by descending P_1;run;
416 proc npar1way data=Sviluppo_Score_2_2 edf;
417 class def_cpt_2;var P_1;run;
418 ---
419 *****validazione;
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469 /* CARICO I DATI */
470 data Dati_Validazione; set "/home/u64291266/sasuser.v94/validazione.sas7bdat";run;
471
472 PROC LOGISTIC DATA=UNIONE_NEW_val outmodel=Sviluppo_Modello_1v DESC;
473 MODEL DEF_CPT_2= ROCE_Profit_num ROA_Profit_num EBITDA_Margin_num Market_Cash_num collection_period_num Sol_rat_asset_num Avg_cost_empl_num / details lackfit stb ctable;
474 output out=Sviluppo_Score_1 p=Sviluppo_PD_1;
475 RUN;
476 proc logistic inmodel=Sviluppo_Modello_1 desc;
477 score data=UNIONE_NEW_val out=Sviluppo_Score_1_2v;
478 run;
479 proc logistic data=Sviluppo_Score_1_2v desc;
480 model def_cpt_2(event='1') = P_1 / outroc=rocddata_V;
481 run;
482 proc sort data=Sviluppo_Score_1_2v;by descending P_1;run;
483 proc npar1way data=Sviluppo_Score_1_2v edf;
484 class def_cpt_2;var P_1;run;
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600

```

Bibliografia e Sitografia

◇ Bibliografia

Akerlof G.A., The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism, 1970.

Altman E.I., Avery R.B., et al., Application of Classification Techniques in Business, Banking and Finance, Greenwich (CT), JAI Press.

Banca d'Italia, "Nuove disposizioni di Vigilanza Prudenziale per le Banche", maggio 2012.

Barth, J.R., Caprio Jr., G., Levine, R., 2013. Bank regulation and supervision in 180 countries from 1999 to 2011. J. Financ. Econ. Policy 5, 111–219.

BDO Singapore, "Integrating Geopolitical Risk into Risk Management Frameworks.

Brunnermeier, M.K., and M. Oehmke, 2013, The Maturity Rat Race, The Journal of Finance, 68(2), 483–521.

Caldara, Dario and Matteo Iacoviello (2022), "Measuring Geopolitical Risk," American Economic Review, April, 112(4), pp.1194-1225.

Comitato di Basilea sulla Supervisione Bancaria, Settembre 2000, Principles for the management of credit risk.

ECB 2022 climate risk stress test | https://www.bankingsupervision.europa.eu/ecb/pub/pdf/ssm.climate_stress_test_report.20220708~2e3cc0999f.en.pdf

ECB 2023 stress test of euro area banks – final results | https://www.bankingsupervision.europa.eu/ecb/pub/pdf/ssm.Report_2023_Stress_Test~96bb5a3af8.en.pdf

ECB, 2024, Financial Stability Review

ECB 2024 cyber resilience stress test | <https://www.bankingsupervision.europa.eu/press/pr/date/2024/html/ssm.pr240726~06d5776a02.it.html>

<https://www.bankingsupervision.europa.eu/press/speeches/date/2025/html/ssm.sp250715.en.html>

ECB 2025 stress test of euro area banks – final results | https://www.bankingsupervision.europa.eu/ecb/pub/pdf/ssm.Report_2025_Stress_Test_202508.en.pdf

Fabian Valencia, Bank capital and uncertainty, *Journal of Banking & Finance*, Volume 69, Supplement 1, 2016, Pages S1-S9, ISSN 0378-4266, <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2015.06.010>.

Fisher, R.A. (1936), The Use Of Multiple Measurements In Taxonomic Problems. *Annals of Eugenics*, 7: 179-188. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1809.1936.tb02137.x>

Hicks, J., 1946, *Value and Capita: An Inquiry into some Fundamental Principles of Economic Theory*, Oxford: Clarendon Press.

ING,2025, Middle East Conflict: What it means for macro and markets.

Ji Wu, Yao Yao, Minghua Chen, Bang Nam Jeon, Economic uncertainty and bank risk: Evidence from emerging economies, *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, Volume 68, 2020, 101242, ISSN 1042-4431, <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2020.101242>.

Jin Cai, Bank herding and systemic risk, *Economic Systems*, Volume 46, Issue 4, 2022, 101042, ISSN 0939-3625, <https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2022.101042>.

Jing Liu, Feng Ma, Yingkai Tang, Yaojie Zhang, Geopolitical risk and oil volatility: A new insight, *Energy Economics*, Volume 84, 2019, 104548, ISSN 0140-9883, <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104548>.

Keeton, W. (1979) *Equilibrium Credit Rationing*. Garland Press, New York.

KPMG, "The geopolitical impact of the conflict in Ukraine;

Lu, Z., Gozgor, G., Huang, M., & Lau, C. K. M. (2020). The Impact of Geopolitical Risks on Financial Development: Evidence from Emerging Markets. *Journal of Competitiveness*, 12(1), 93–107. <https://doi.org/10.7441/joc.2020.01.06>

Mishkin, Eakins, Beccali, *Istituzioni e Mercati Finanziari* (IX edz).

Mingsong Sun, Xinyuan Cao, Xuan Liu, Tingting Cao, Qirong Zhu, The Russia-Ukraine conflict, soaring international energy prices, and implications for

global economic policies, *Heliyon*, Volume 10, Issue 16, 2024, e34712, ISSN 2405-8440, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34712>.

Moderari SRL, *La Gestione Delle Perdite Attese E Delle Perdite Inattese Per Gli Intermediari Bancari E Finanziari* (2013).

Ng, J., Saffar, W. & Zhang, J.J. Policy uncertainty and loan loss provisions in the banking industry. *Rev Account Stud* 25, 726–777 (2020).
<https://doi.org/10.1007/s11142-019-09530-y>

Pittaluga G.B., *economia monetaria* (IV edz.).

Resti A., Sironi A., *Rischio e Valore nelle Banche*

Scott R. Baker, Nicholas Bloom, Steven J. Davis, Measuring Economic Policy Uncertainty, *The Quarterly Journal of Economics*, Volume 131, Issue 4, November 2016, Pages 1593–1636, <https://doi.org/10.1093/qje/qjw024>

Thakkar, Nachiket, and Kiran Ambreen Ayub. "Geopolitical risk and globalization." *The Journal of Applied Business and Economics* 24.3 (2022): 140-150.

WANG, X., WU, Y. and XU, W. (2024), Geopolitical Risk and Investment. *Journal of Money, Credit and Banking*, 56: 2023-2059. <https://doi.org/10.1111/jmcb.13110>

Thanh Cong Nguyen, Economic policy uncertainty and bank stability: Does bank regulation and supervision matter in major European economies?, *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, Volume 74, 2021, 101387, ISSN 1042-4431.

◇ Sitografia

BCE, Stress Tests

<https://www.bankingsupervision.europa.eu/activities/stresstests/html/index.en.html>

DTCC Annual Report, 2021

<https://www.dtcc.com/~media/files/downloads/about/annual-reports/DTCC-2021-Annual-Report>

Lezioni di Economia Monetaria del prof. Giorgio Colacchio

https://www.unisalento.it/documents/20152/250416/Lezioni_Economia_Monetaria.pdf/ec2f5c68-aa6e-32ec-8d56-8e70dd716dae?version=1.0&download=true

Mahalanobis Distance

<https://www.statisticshowto.com/mahalanobis-distance/>

NACM, 2025, The U.S.-China trade war and what it means for credit managers

<https://bcm.nacm.org/the-u-s-china-trade-war-and-what-it-means-for-credit-managers/>

Reuters 2025

<https://www.reuters.com/sustainability/boards-policy-regulation/ecb-test-banks-resilience-geopolitical-risk-2026-2025-07-15/>

S&P Global, 2024, CreditWeek: What Are The Credit Risks Of The Escalating And Expanding Middle East Conflict?

<https://www.spglobal.com/ratings/jp/regulatory/article/-/view/sourceld/13282702>