

Dipartimento di Economia e Finanza

Cattedra di Risk Management and Compliance

IL NUOVO FRAMEWORK IRRBB PER IL RISCHIO TASSO

Prof. Giancarlo Mazzoni

RELATORE

Prof. Francesco Maria Drudi

CORRELATORE

Riccardo Conti

CANDIDATO

INTRODUZIONE.....1

INDICE

CAPITOLO I

INTRODUZIONE ED EVOLUZIONE DELL' IRRBB

1. Il risk management bancario.....3
2. Inquadramento del rischio tasso nel banking book.....5
 - 2.1. Fonti del rischio tasso di interesse.....5
 - 2.2. Le prospettive derivanti dalla valutazione all'esposizione del rischio tasso7
3. La disciplina del rischio tasso di interesse del portafoglio bancario in ambito europeo: le nuove linee guida EBA.....8
4. Gli standard tecnici regolamentari EBA.....10

CAPITOLO II

L'EVE, IL NII E LE RISPETTIVE SOGLIE IN TEMA IRRBB

1. L'Economic Value of Equity.....12
2. Il Net Interest Income.....13
3. Relazione tra EVE e NII.....15

CAPITOLO III

METODI DI MISURAZIONE DEL RISCHIO TASSO DI INTERESSE

1. Introduzione su sistemi di misurazione interni e metodologie standardizzate.....18
2. Metodologia di misurazione del margine di interesse: il Repricing Gap.....18
3. Metodologie di misurazione del valore economico del capitale.....22
 - 3.1. Il modello del Duration Gap.....23
 - 3.2. La Full Revaluation.....26
 - 3.3. Il metodo del Value at Risk per la stima del rischio tasso.....27
 - 3.3.1. Il Value at Risk parametrico.....30
 - 3.3.2. Il Value at Risk di simulazione.....31
 - 3.3.3. Il Value at Risk Monte Carlo.....33
4. Metodologie standardizzate di Banca d'Italia: l'Allegato C sul valore economico e l'allegato C-bis sul margine di interesse.....34

CAPITOLO IV

MODELLI LATO FONTI ED IMPIEGHI DI UNA DELLE MAGGIORI BANCHE ITALIANE

1. Risk Option: le opzioni automatiche e comportamentali.....	40
2. Rischio tasso sulle poste comportamentali: il prepayment sui mutui e introduzione alla Survival Analysis.....	41
3. Modello di Survival Analysis di uno dei maggiori gruppi bancari italiani.....	47
4. Principale driver del prepayment sui mutui: il Coupon Incentive e la sua relazione con la duration.....	54
5. Esercizio semplificato: il Modello di Survival senza variabili esplicative.....	55
6. Il trattamento delle poste a vista e la metodologia standardizzata EBA.....	57
7. Il modello delle poste a vista della Banca in analisi.....	61
8. Esercizio per la stima del Delta EVE per le poste a vista.....	66
9. Vantaggi e svantaggi della Survival Analysis per l'implementazione di modelli su prepayment e NMD's.....	69
CONCLUSIONI.....	71
BIBLIOGRAFIA.....	73
SITOGRAFIA.....	75

INTRODUZIONE

Lo scopo del presente lavoro è quello di fare luce sui recenti aggiornamenti del mondo bancario in tema interest rate risk del banking book e definire tutti quei metodi, modelli e strumenti volti a garantire una corretta gestione del rischio tasso. Il rischio tasso di interesse è l'esposizione di una banca a movimenti avversi dei tassi di interesse di mercato. In riferimento a tale contesto, può impattare su due diverse macro-categorie contabili ma, nel presente elaborato, ci soffermeremo su quelle posizioni non incluse nel portafoglio di negoziazione (o banking book). L'evoluzione del framework sui tassi di interesse è oggetto di trattazione delle autorità di vigilanza (sia a livello nazionale che internazionale) e soggetto a pubblicazioni con cadenze periodiche al fine di rinnovare la disciplina ed evitare eventuali ripercussioni negative nel circuito bancario. In particolare, nel presente elaborato ci concentreremo sulle tecniche di misurazione del rischio proposte da Banca d'Italia e dall'European Banking Authority (EBA) che nel corso degli ultimi decenni, grazie ai loro interventi, hanno cambiato il panorama nazionale ed europeo relativo all'applicazione delle normative sul rischio tasso di interesse.

Il tema IRRBB è ad oggi argomento di dibattito costante negli Asset-Liability Management (ALM) delle banche, con lo scopo che vengano gestiti i rischi derivanti da variazioni avverse dei tassi e, di conseguenza, che possano comportare significativi disallineamenti delle attività e passività.

I cambiamenti dei tassi possono influire in particolare sul valore creato dalle banche sia in termini di valore economico del patrimonio sia di margine di interesse, andando ad impattare diversamente su reddito, patrimonio e orizzonte temporale di misurazione.

Il primo capitolo del presente elaborato è un capitolo introduttivo, consente di comprendere al meglio il contesto di riferimento oggetto in esame, delineando tutte quelle pratiche comportamentali degli organi bancari affinché venga garantito un corretto monitoraggio del rischio. Si inquadra il rischio tasso di interesse, studiandone sia le fonti di origine che gli effetti che possono scaturire in riferimento al libro bancario.

Nel secondo capitolo vengono evidenziate le differenze tra l'approccio reddituale basato sul Net Interest Income (NII) e quello patrimoniale incentrato sull'Economic Value of Equity (EVE). Entrambe le misure sono di fondamentale importanza per la prosecuzione dell'attività bancaria; pertanto, livelli non congrui con gli obiettivi definiti dalle autorità di vigilanza possono mettere a rischio l'operatività della stessa. In un primo momento i due metodi verranno definiti singolarmente, successivamente l'elaborato analizzerà le possibili correlazioni ed effetti di tali misurazioni.

Nel terzo capitolo vengono presentati i metodi di misurazione del rischio tasso di interesse tipici del banking book. Alcuni, secondo la normativa, devono essere applicati per lo più da banche di piccola e media dimensione, altri invece, vincolanti per tutti gli istituti finanziari a prescindere dalla dimensione del Gruppo. Vengono differenziati modelli in grado di misurare le variazioni dei tassi tramite un approccio reddituale da altri in grado di catturare il rischio insito nel patrimonio della banca.

L'ultimo capitolo invece è stato realizzato grazie al contributo di uno dei maggiori gruppi bancari italiani che, in stretta relazione con degli esperti risk managers, hanno permesso di incentrare l'analisi sull'aspetto gestionale del rischio di tasso al livello di clientela retail.

In particolare, verrà discussa la definizione e il campo di applicazione dell'option risk, un rischio peculiare insito nei tassi di interesse e fermamente disciplinato dalle autorità competenti. Verranno illustrate le differenze tra opzioni automatiche e comportamentali all'interno dell'ALM bancario con specifico focus sui mutui e sulle poste 'a vista'. In riferimento a queste due poste all'interno del bilancio di una banca, ci si soffermerà su modelli e metodi di misurazione avanzati del rischio tasso utilizzati dal gruppo bancario in questione. A fini esemplificativi, in ultima analisi, verranno illustrati degli esempi di concreta applicazione dei modelli di prepayment e dei NMD's.

Il presente elaborato si propone di esaminare in modo approfondito e critico questo fenomeno, analizzando sia gli aspetti meramente economici sia quelli normativi legati alla disciplina di riferimento.

1. Il risk management bancario

La capacità di individuare, misurare e gestire i rischi è uno dei principali fattori che concorre a preservare il valore delle aziende e la loro capacità di operare profittevolmente. Ciò è considerato rilevante per gli istituti finanziari, la cui attività comporta l'esposizione a diverse tipologie di rischi. Le banche, soprattutto quelle di grandi dimensioni che operano a livello internazionale, necessitano di dotarsi di sistemi di misurazione, gestione e controllo della rischiosità sempre più sofisticati e in continua evoluzione.

Sebbene nelle prassi operative e dal punto di vista regolamentare, il termine rischio venga spesso associato alla possibilità di conseguire una perdita economica, da un punto di vista teorico è definito come lo scostamento, positivo o negativo, rispetto al raggiungimento di un risultato atteso causato da eventi incerti. La funzione dei risk managers è quella di presidiare tutte quelle fonti di rischio che possono mettere a repentaglio la redditività e la solvibilità dell'istituto finanziario.

Uno dei principali rischi è il rischio finanziario. Per rischio finanziario si intende la possibilità di un cambiamento inatteso nel valore e nel risultato economico derivante da variazione nei diversi fattori che originano il rischio di credito, il rischio di mercato, il rischio di tasso d'interesse e di cambio nel portafoglio bancario, etc.

I rischi finanziari sono stati la prima tipologia di rischio a cui le società operanti nei mercati finanziari e bancari hanno dedicato attenzione a partire dagli anni 60¹, in quanto si tratta della tipologia di rischio a cui sono maggiormente sottoposte le loro attività. La gestione dei rischi finanziari ha avuto il suo maggior sviluppo a metà degli anni 70', quando, con la nascita degli strumenti derivati (future, opzioni, swap, etc.), le società avevano la possibilità di effettuare coperture attraverso tali contratti.

Il processo di gestione dei rischi investe prima di tutto la governance nei suoi molteplici aspetti. È compito e responsabilità del Consiglio di Amministrazione della banca definire gli obiettivi di rischio (risk appetite), monitorarne il raggiungimento, decidere sulla base degli obiettivi fissati. Negli intermediari di grandi dimensioni deve essere presente una figura del tipo senior manager in grado di prendere decisioni in merito al coordinamento delle unità deputate alla gestione e al controllo dei rischi, questa figura è il c.d. CRO (Chief Risk Officer).

Il CRO deve avere una visione ampia ed integrata della rischiosità a livello aziendale e del gruppo, dove, risulta essere responsabile della valutazione di tutti i rischi effettivamente rilevanti (di credito, di mercato, liquidità, legali e reputazionali).

¹ *Storia quasi breve del risk management nelle banche*, in *Il Sole 24 ore*, a mente del quale, alla fine della Seconda guerra mondiale, e con lo sviluppo dei mercati finanziari, si prevede la nascita delle tecniche di gestione dei rischi finanziari.

Una volta individuato il rischio, lo step successivo evidenzia la necessità di quantificarlo non solo in termini teorici ma anche analitici. Misurare i rischi diviene un processo più complesso nel caso di insufficienza di dati a disposizione, poiché risulta più difficoltoso provare a stimare le assunzioni fondamentali dei modelli. È fondamentale usufruire di modelli statistico-matematici in grado di catturare adeguatamente le determinanti delle principali dinamiche aziendali. L'efficace svolgimento dei compiti affidati alla funzione di risk management presuppone una coerente dimensione ed un'elevata qualità del personale, ovviamente da graduare in relazione alle dimensioni e alla complessità operativa dell'intermediario. Oltre alle competenze tecnico-quantitative, gli addetti alle funzioni devono possedere conoscenze trasversali sui processi operativi della banca e soft skills quali indipendenza di giudizio, spirito critico, autorevolezza, flessibilità. Gli obiettivi primari sono l'integrazione a livello di gruppo dei sistemi informatici, il presidio della qualità dei dati, la strutturazione dei flussi informativi e della reportistica, in modo tale che le informazioni rilevanti giungano tempestivamente e al momento opportuno prima che possano verificarsi gravi ripercussioni a livello operativo. Gestire il rischio significa attuare tutti quegli accorgimenti necessari a controllare i fattori di incertezza e a limitare gli effetti di potenziali eventi avversi.

L'obiettivo di una società non è quello di eliminare totalmente i rischi (in quanto sarebbe impossibile) ma di gestirli in modo coerente con le strategie aziendali e la propria propensione al rischio, cercando di garantire un adeguato rapporto rischio-rendimento.

Esistono diversi metodi di gestione del rischio ma in ogni caso il processo richiede l'implementazione almeno dei seguenti step:

- individuazione del tipo di rischio, analisi dell'origine e delle sue caratteristiche;
- identificazione del processo adatto alla mitigazione del rischio;
- valutazione dei rischi, studiando sia i benefici che ne possono derivare ma in particolare le potenziali ripercussioni;
- continuo monitoraggio del metodo utilizzato.

Qualora questi passaggi non vengano eseguiti correttamente, si possono innescare pericolose crisi bancarie in grado di minare la fiducia degli operatori economici con possibili riflessi sull'intero sistema economico. In seguito alla crisi statunitense del 2008, il sistema di vigilanza si è rafforzato; infatti, ha intensificato i controlli e ha richiesto agli intermediari di valutare e gestire correttamente i rischi (anche in modo autonomo) così da avere una prospettiva più ampia delle problematiche che potrebbero evolversi. Le autorità di vigilanza, tramite continue emanazioni e aggiornamenti di direttive e linee guida, cercano di prevenire qualsiasi contagio del sistema bancario, evitando quanto accaduto in recenti momenti di crisi non si verifichi più. Se da un lato la crisi finanziaria ha posto in luce come le debolezze nella gestione del rischio possano comportare danni rilevanti tali da mettere in pericolo la solvibilità stessa degli intermediari, dall'altro ha mostrato che c'è molto lavoro da fare per migliorare i presidi di risk management conseguendo significativi progressi in tale campo.

A causa dell'elevata incertezza dei mercati, le autorità di vigilanza richiedono alle banche di rafforzare i presidi di capitale e di liquidità, ciò è un passo necessario per potenziare la capacità di assorbimento delle perdite e quindi migliorare le prospettive di solvibilità degli intermediari finanziari e di stabilità del sistema finanziario.

2. Inquadramento del rischio tasso nel banking book

Le attività e le passività finanziarie di un ente creditizio possono essere classificate nel portafoglio bancario o banking book (BB), o nel portafoglio di negoziazione o trading book (TB). Il banking book, fa riferimento alle operazioni di impiego e di raccolta originate dall'attività di intermediazione creditizia, instaurando con la clientela una relazione di lungo periodo.

Il trading book fa, invece, riferimento ad attività e passività detenute a scopo di negoziazione nel breve termine. Il rischio tasso d'interesse nel banking book o interest rate risk in the banking book (IRRBB) è l'esposizione della situazione economico-patrimoniale di una banca a variazioni avverse dei tassi d'interesse. L'assunzione di questo rischio costituisce una componente insita nell'attività bancaria e può essere un'importante fonte di reddito e di valore patrimoniale.

Un rischio di tasso d'interesse eccessivo può mettere a repentaglio gli utili e la base di capitale di una banca, ciò rende necessario un sistema di misurazione, gestione, monitoraggio e controllo attraverso la fissazione di limiti al fine di mantenere l'esposizione all'interno del rischio massimo ritenuto accettabile.

Tale rischio si origina dal disallineamento nelle caratteristiche finanziarie (tipologia di tasso, scadenza, parametro e algoritmo di indicizzazione, opzionalità etc) di attività, passività e operazioni fuori bilancio sensibili alle variazioni dei tassi d'interesse.

Un compito fondamentale per la gestione dell'esposizione della banca al rischio tasso di interesse è svolto dall'Asset-Liability Management (ALM) che definisce le adeguate politiche di mitigazione e controllo del rischio tasso nel portafoglio bancario.

2.1. Fonti del rischio tasso di interesse

Nella loro attività di intermediazione creditizia le banche sono esposte in vario modo al rischio di tasso d'interesse. La diversa reattività ai tassi d'interesse di mercato degli impieghi fruttiferi di interessi e della raccolta sono un elemento essenziale dell'attività bancaria in quanto possono esporre a fluttuazioni impreviste

il margine di interesse e il valore economico del capitale di un'istituzione a causa di variazioni dei tassi d'interesse.

Questo rischio nasce in primo luogo dall'attività di trasformazione delle scadenze degli enti creditizi. Infatti, il tipico esempio di IRRBB è dato dall'attività di trasformazione delle scadenze operata dalle banche che raccolgono capitale attraverso depositi a vista o a breve termine, rimpiegandolo in finanziamenti a tasso fisso a medio e lungo termine. Un aumento dei tassi d'interesse comporterebbe un aumento degli interessi pagati sul rinnovo della raccolta non bilanciati da un adeguamento degli interessi ricevuti sugli impieghi.

Il rischio si materializza nel caso in cui variazioni inattese nella curva dei rendimenti provochino effetti negativi sul reddito e sul valore economico sottostante di una banca.

Le fonti di rischio di tasso di interesse possono essere ricondotte a tre principali categorie:

1. Rischio di revisione del tasso (o gap risk). Costituisce la fonte principale di rischio di tasso d'interesse ed è quella che deriva dai disallineamenti temporali nelle date di revisione del tasso (la scadenza per le posizioni a tasso fisso e la data di revisione del tasso per posizioni a tasso variabile) delle attività, passività e poste fuori bilancio.

Tale rischio può manifestarsi sia in presenza di variazioni parallele dei tassi d'interesse (parallel gap risk) sia in presenza di variazioni non parallele dei tassi d'interesse (rischio di curva dei rendimenti o yield curve risk o non-parallel gap risk).

Le asimmetrie nelle scadenze e nei tempi di revisione del tasso possono esporre una banca anche a mutamenti nell'inclinazione e conformazione della curva dei rendimenti. Ad esempio, il valore economico di una posizione lunga a 10 anni (es. un titolo di stato) finanziata da una raccolta a 5 anni può avere un rischio contenuto a fronte di shock paralleli ma aumentare significativamente qualora si accentui l'inclinazione della curva dei rendimenti attraverso una diminuzione dei tassi a 5 anni ed un aumento dei tassi a 10 anni.

2. Rischio di base. È il rischio derivante dalla imperfetta correlazione nell'aggiustamento dei tassi attivi e passivi di strumenti a tasso variabile che sono prezzati utilizzando indici di tassi di interesse diversi (tipicamente Libor).

Tale rischio deriva dalla variazione delle base ossia dello spread esistente tra i diversi parametri di indicizzazione e per questo definito anche spread risk.

3. Rischio di opzione. È il rischio derivante da opzioni integrate ed esplicite in cui la banca o il suo cliente possono modificare il livello e la tempistica dei propri flussi di cassa.

Le opzioni possono essere ulteriormente distinte in opzioni automatiche e opzioni comportamentali. Le opzioni automatiche sono quelle in cui l'esercizio avviene sulla base delle condizioni contrattuali al verificarsi di certi eventi (es. cap, floor) o su iniziativa del titolare del contratto qualora quest'ultimo ne possa trarre un vantaggio finanziario (es. bond call option). Le opzioni comportamentali invece sono quelle in cui l'esercizio avviene sulla base di decisioni del cliente non necessariamente o almeno non

esclusivamente legate alla presenza di un vantaggio finanziario (es. opzione di rimborso anticipato dei mutui, dei depositi a breve o a vista).

Queste caratteristiche di asimmetria proprie degli strumenti con diritto di opzione, se non gestite adeguatamente, possono comportare un rischio significativo, in quanto le opzioni possono essere esercitate quando è meno conveniente per l'ente creditizio (ad esempio il rimborso anticipato di un mutuo che avviene quando i tassi per nuovi mutui sono più bassi).

2.2. Le prospettive derivanti dalla valutazione all'esposizione del rischio tasso

Una volta definite le fonti del rischio di tasso di interesse, possiamo delineare i metodi più comuni per la valutazione dell'esposizione al rischio tasso di una banca quali: la prospettiva degli utili, incentrata sull'impatto che le variazioni dei tassi causano sugli utili di breve periodo, e la prospettiva del valore economico.

Per quanto concerne la prospettiva degli utili, l'analisi è incentrata su come gli utili maturati o contabilizzati reagiscono a variazioni dei tassi. Il cambiamento di questa variabile reddituale è di un'importanza fondamentale poiché, nell'eventualità si verificano perdite o si riducono gli utili, ciò può mettere seriamente a repentaglio la stabilità finanziaria dell'intermediario, intaccando altresì la sua adeguatezza patrimoniale, la fiducia del mercato e la liquidità.

La componente di reddito in oggetto è il margine di interesse (differenza fra proventi totali e oneri totali per interessi) correlato direttamente con le variazioni dei tassi di interesse. Tuttavia, negli ultimi anni, ha assunto rilevanza il margine da intermediazione, che comprende oltre agli interessi attivi e passivi anche i ricavi e i costi provenienti da altre fonti. Una di queste fonti tradizionali di proventi non da interesse è rappresentata dalle commissioni sulle transazioni che hanno indotto gli organi direttivi della banca, data la crescente reattività ai tassi di interesse, a considerare gli effetti potenzialmente negativi che possono verificarsi.

Inoltre, questa prospettiva, essendo di breve periodo potrebbe non fornire un'indicazione accurata dell'impatto dei movimenti dei tassi.

D'altro canto, come già accennato in precedenza, i tassi possono influire anche sul valore economico delle posizioni attive, passive e fuori bilancio di una banca. Quindi, le variazioni di valore economico, assumono importanza sia per gli azionisti che per le autorità di vigilanza.

In questo specifico scenario, il valore economico di uno strumento viene stimato dal valore attuale dei suoi flussi finanziari attesi e successivamente scontati ai tassi di mercato. In parole più semplici, la prospettiva del valore economico rappresenta un metodo di valutare la sensibilità del patrimonio netto della banca ai

movimenti dei tassi d'interesse, poiché studia i flussi finanziari futuri ed offre una visione più a lungo termine rispetto alla prospettiva degli utili.

Sia le prospettive degli utili che del valore economico si concentrano sul modo in cui le variazioni future dei tassi possono influire sulla situazione economico-patrimoniale di una banca. È importante non trascurare gli strumenti che non sono valutati ai prezzi correnti di mercato, i quali possono incorporare perdite o guadagni latenti dovuti a precedenti variazioni dei tassi di interesse, che potrebbero ripercuotersi nel corso del tempo sul conto economico della banca.

3. La disciplina del rischio tasso di interesse del portafoglio bancario in ambito europeo: le nuove linee guida EBA

La disciplina concernente il rischio tasso è una disciplina in continua evoluzione e soggetta a costante emanazione da parte degli organi deputati alla vigilanza sia a livello nazionale che europeo. Concentrandoci su una prospettiva europea, l'autorità di vigilanza preposta alla pubblicazione di linee guida ed orientamenti in materia IRRBB è l'EBA.

Ad oggi, gli orientamenti sulla gestione del rischio tasso derivante da attività diverse dalla negoziazione (EBA/GL/2022/14)² sono entrati in vigore e diventati ufficialmente applicabili in data 30 giugno 2023, quando sono state abrogate definitivamente le linee guida pubblicate nel 2018 (EBA/GL/2018/02)³.

In questo documento l'EBA delimita i principi da seguire per l'identificazione, la misurazione e il monitoraggio del rischio di tasso di interesse del portafoglio bancario e del CSRBB (un 'nuovo' tipo di rischio) e presta attenzione a tutte quelle componenti che non possono essere trascurate per una buona gestione dell'ente creditizio quali: la governance, i controlli interni e il reporting.

Gli orientamenti stabiliscono che le banche possono ricorrere per la misurazione del rischio di tasso a metodologie standardizzate o a metodologie interne.

Le prime norme in appositi standard tecnici (entrati in vigore a maggio 2024) sono rappresentate da:

1. Standardized Approach (o metodologia standardizzata) che fornisce specifiche indicazioni per il calcolo e la definizione dei parametri nella determinazione dei valori delle metriche di analisi;
2. Simplified Standardized Approach (o metodologia standardizzata semplificata) utilizzata per gli enti che hanno una struttura non complessa quali le banche di piccole e medie dimensioni;

² *European Banking Authority, Orientamenti emanati sulla base dell'articolo 84, paragrafo 6, della direttiva 2013/36/UE che specificano i criteri per l'identificazione, la valutazione, la gestione e l'attenuazione del rischio derivante da variazioni potenziali dei tassi di interesse nonché per la valutazione e il monitoraggio del rischio derivante da variazioni potenziali dei differenziali creditizi, su attività diverse dalla negoziazione (non-trading book activities) degli enti, Ottobre 2022*

³ *European Banking Authority, Orientamenti sulla gestione del rischio tasso di interesse derivante da attività diverse dalla negoziazione (non-trading activities), Luglio 2018*

Inoltre, gli orientamenti forniscono in allegato anche una lista delle diverse metodologie che gli enti creditizi possono utilizzare nel sistema interno di misurazione (Internal Measurement System o IMS) per stimarne il rischio tasso in funzione della complessità e della dimensione dell'ente.

Una novità importante nell'ambito IMS è stata introdotta tramite la misura del market value changes (ΔMV). Le previsioni delle variazioni del market value su un orizzonte di un anno possono essere indicate nel conto profitti e perdite del patrimonio netto. Gli enti utilizzano le previsioni del market value changes secondo l'IRRBB IMS dell'ente ipotizzando gli scenari di shock di vigilanza degli RTS sul SOT e l'assunzione di constant balance sheet. La dimensione totale e la composizione dell'importo il cui valore è sensibile al market value change saranno mantenute sostituendo gli strumenti in scadenza con nuovi strumenti che abbiano caratteristiche comparabili (es. valuta e importo nominale).

Dal punto di vista regolamentare, particolare attenzione, è volta all'utilizzo di modelli comportamentali nel sistema interno di misurazione; l'obiettivo è studiare le abitudini dei clienti, in particolare attraverso modelli comportamentali per la raccolta a vista ossia per quei depositi accesi dalla clientela a scadenza indeterminata (i c.d. non-maturity deposits o NMD). La data di riprezzamento media ipotizzata per questa tipologia di depositi deve essere limitata a un periodo di massimo 5 anni calcolata con riferimento all'intero ammontare 'core' e 'no-core' della raccolta complessiva.

Fondamentale è quindi distinguere correttamente la raccolta stabile 'core' non reattiva ai tassi, da quella stabile 'no-core' e da quella non stabile entrambe reattive ai tassi.

L'Autorità Bancaria Europea e il Comitato di Basilea, negli anni hanno previsto delle soglie sia per la prospettiva del valore economico sia per quella del margine di interesse con l'obiettivo di fornire al supervisore un indicatore per individuare le banche che risultano eccessivamente esposte al rischio di tasso (c.d. outlier). Nel caso in cui una banca non rispettasse le soglie predefinite per gli approcci richiesti, le autorità di vigilanza potranno attuare una serie di azioni volte a rafforzare la struttura della banca e a 'pretendere' che vengano rispettati i limiti.

La misurazione del rischio deve avvenire periodicamente e con maggiore frequenza in presenza di una maggiore volatilità.

I modelli di misurazione del rischio di tasso di interesse affini al processo di ALM si dividono in due macroaree:

1. Statico: che misura il rischio tasso in una situazione statica escludendo possibili sviluppi futuri;
2. Dinamico: prevede dei modelli di simulazione nel caso siano presenti determinate combinazioni di scenari e strategie.

Le banche significative devono utilizzare metodi di misurazione e modelli più sofisticati per valutare le esposizioni di cui detengono le posizioni.

Nel caso in cui si utilizzino sistemi interni IRRBB non soddisfacenti, ossia nel caso in cui i metodi non coprano tutte le componenti rilevanti del rischio tasso di interesse (gap risk, basis risk e option risk), le autorità

competenti richiederanno alla banca di utilizzare la metodologia standardizzata per garantire una corretta copertura dell'esposizione dal rischio tasso di interesse.

Un'altra tematica rilevante riguarda la calibrazione del capitale interno da porre a presidio del rischio tasso di interesse e deriva dalla combinazione dei due approcci di misurazione (EVE e NII).

Le banche devono considerare l'impatto sul proprio capitale interno sia lato valore economico che del margine di interesse maggiorato dalle variazioni del valore di mercato derivanti da variazioni di tassi di interessi. Perciò è richiesto che le banche utilizzino metodologie proprie in base alla propensione al rischio relativa alle politiche di gestione.

Gli enti devono effettuare regolarmente prove di stress test in grado di identificare potenziali conseguenze negative sul capitale o sul margine di interesse.

Lo scopo è quello di identificare scenari dei tassi di interesse che potrebbero pregiudicare seriamente l'operatività della banca, cercando di prevenire un'eventuale crisi.

4. Gli standard tecnici regolamentari EBA

L'EBA oltre alle linee guida sul rischio tasso di interesse per il portafoglio bancario pubblicate nel 2022, nello stesso anno ha definito gli standard tecnici regolamentari divisi in: *RTS on IRRBB standardised approach*⁴ e il *Final draft RTS on IRRBB supervisory outlier test*⁵.

Nel primo documento, nel quale si descrive l'approccio standardizzato dei Regulatory Technical Standards (EBA/RTS/2022/09), l'autorità di vigilanza specifica i criteri per la valutazione dell'IRRBB che le banche possono utilizzare per misurare il rischio di tasso o devono utilizzare nel caso in cui l'autorità di vigilanza abbia ritenuto non soddisfacente il sistema interno di misurazione.

Nel secondo documento sui test di vigilanza dei valori anomali (EBA/RTS/2022/10), vengono definite le assunzioni e gli scenari di shock per valutare la possibilità che si verifichi un forte calo del margine di interesse o del valore economico del capitale al quale potrebbero susseguirsi misure di vigilanza.

Nel documento del Comitato di Basilea 'Standards: interest rate risk in the banking book' era già stata proposta la metodologia standardizzata in riferimento al valore economico ma, solo con l'EBA/RTS/2022/09, è stata introdotta per la prima volta una metodologia standardizzata per il margine di interesse.

Gli standard tecnici regolamentari per l'approccio standardizzato, quindi, definiscono che le metriche di approccio per la misurazione del tasso di interesse abbiano una duplice prospettiva: sull'EVE e sul NII.

⁴ *Draft Regulatory Technical Standards specifying standardised and simplified standardised methodologies to evaluate the risks arising from potential changes in interest rates that affect both the economic value of equity and the net interest income of an institution's non-trading book activities in accordance with 84(5) of Directive 2013/36/EU, Ottobre 2022*

⁵ *Draft Regulatory Technical Standards specifying supervisory shock scenarios, common modelling and parametric assumptions and what constitutes a large decline for the calculation of the economic value of equity and of the net interest income in accordance with Article 98(5a) of Directive 2013/36/EU, Ottobre 2022*

L'EVE analizza le variazioni del valore economico sia sugli shock paralleli che sugli ulteriori scenari di tasso definiti dal Comitato di Basilea⁶ rapportandoli al Tier1⁷. Non è più prevista l'applicazione di specifici coefficienti di duration ma questo nuovo approccio metodologico evidenzia le variazioni del valore economico come differenza tra valore attuale dei flussi di cassa dell'attivo e del passivo allocati all'interno di 19 fasce temporali.

Il NII invece, misura l'impatto del margine di interesse servendosi solo dello scenario di base e dei due scenari di shock paralleli su un orizzonte temporale annuale. A tale valore deve essere sommato anche quella componente di variazione del margine di interesse insita nelle opzioni automatiche e nel rischio di base.

Inoltre, l'autorità bancaria ha introdotto la metodologia standardizzata semplificata che gli enti di piccole dimensioni e con una struttura non complessa possano adottare per misurare la propria esposizione all'IRRBB. Nel documento viene fatta luce sul perimetro delle poste di bilancio soggette al rischio tasso, in particolare sul trattamento delle poste a vista che vengono classificate nella matrice per scadenza e data di revisione per l'implementazione della metodologia standardizzata. Vengono riportati i criteri per tutti quei depositi, a tasso fisso o variabili, soggetti al rischio di rimborso anticipato della clientela e tutte quelle poste soggette ad opzionalità automatica (incorporata o esplicita). Anche quest'ultime voci di bilancio, al pari delle poste a vista, verranno classificate nella matrice per scadenza e data di revisione, poiché se non analizzate adeguatamente potranno modificare in maniera significativa l'esposizione IRRBB.

Per quanto riguarda il *Final draft RTS on IRRBB supervisory outlier test*, l'EBA in questo documento specifica le assunzioni e gli scenari di shock regolamentari che gli enti devono usare nel calcolo delle variazioni di EVE e NII al fine di individuare la massima perdita e verificare il rispetto delle soglie.

La calibrazione della soglia NII è stata effettuata dal regolatore europeo cogliendo la possibilità, prevista dagli Standard BCBS, di introdurre ulteriori limiti rispetto a quelli previsti sull'EVE purché siano almeno tanto stringenti quanto quelli già in essere.

Qualora le banche non rispettino le soglie definite dall'autorità di vigilanza verranno definite 'outlier'. Le banche anomale sono considerate dall'autorità eccessivamente esposte all'IRRBB e saranno sottoposte ad opportune azioni di vigilanza. Quest'ultime vengono calibrate in funzione della gravità, con il rischio che l'ente definito anomalo riceva un obbligo di incremento del capitale.

⁶ *Standards: interest rate risk in the banking book*, Aprile 2016

⁷ Definito come somma del capitale di classe primaria o di qualità primaria (CET1), corrisponde alla somma di: riserve, capitale versato e utili non distribuiti e degli strumenti di capitale non redimibili (additional Tier 1).

1. L'Economic Value of Equity

Il valore economico del capitale (o EVE) definisce la differenza tra attività e passività in base ai rispettivi valori di mercato. Viene quindi calcolato sottraendo al valore attuale di tutti i flussi di cassa delle attività il valore attuale di tutti i flussi di cassa delle passività. In termini matematici, la formula sarà la seguente:

$$\Delta \text{EVE} = \Delta \text{VMA} - \Delta \text{VMP}$$

[1]

dove VMA e VMP rappresentano rispettivamente il valore di mercato di attività e passività.

Si tratta di una misura economica a lungo termine utilizzata per valutare la sensibilità dell'esposizione al rischio tasso di interesse della banca e rappresenta il reddito o la perdita che un istituto finanziario deve affrontare durante l'orizzonte temporale prescelto. Le banche commerciali utilizzano tale metrica per misurare la propria esposizione all'IRRBB e valutare gli effetti che i sei scenari di shock dei tassi, definiti dal Comitato di Basilea, provocano in riferimento all'intera vita residua delle poste di bilancio.

Lo scopo dell'indicatore del valore economico del capitale proprio è quello di aiutare i banchieri a gestire e monitorare al meglio le attività e passività per evitare che si verifichino perdite consistenti.

Il valore economico del capitale è una misura economica importante per diversi motivi:

1. è una misura di rischio reale poiché controlla e gestisce il livello di rischio effettivo di un'impresa in funzionamento.
Deve essere monitorata costantemente affinché variazioni improvvise dei tassi di interesse non creino seri problemi ai risk manager;
2. è un indicatore importante nel mondo bancario poiché serve per valutare il grado di influenza del rischio di tasso di interesse a cui è esposta la banca.
Aiuta le banche ad implementare monitorare e modificare la struttura di gestione delle attività e passività (ALM) e ad ottimizzare i profitti e la redditività complessiva;
3. essendo una misura a lungo termine è uno strumento utile nelle previsioni, che permette ai manager di prendere decisioni aziendali informate sulla base dei dati che si hanno a disposizione nel periodo di riferimento;

4. permette di dare un inquadramento della capacità finanziaria della banca, quindi, aiuta a determinare quanto un'organizzazione è attrezzata per affrontare le fluttuazioni dei tassi di interesse o se bisogna procedere al rafforzamento del capitale prevenendo impatti ancor più negativi;
5. aiuta ad adottare misure proattive, quindi, misure di mitigazione del rischio per affrontare eventuali effetti negativi previsti dalle fluttuazioni dei tassi di interesse.

La flessibilità di questa misura è che quantifica la variazione di economic value of equity per ogni intervallo temporale scelto e consente di creare tutti gli intervalli temporali di cui si ha bisogno.

L' EVE dimostra una relazione diretta tra tassi di interesse e i valori attuali delle passività, ciò implica che con un aumento del valore attuale di una passività, anche i tassi di interesse mostrano un aumento. Al contrario, esiste una relazione inversa tra tassi di interesse e i valori attuali delle attività, ciò implica che con un aumento del valore attuale di un asset, i tassi di interesse mostrano una diminuzione.

Sulla base di questo calcolo, le banche formulano nuove strategie o rivedono quelle esistenti per garantire un'efficacia gestione delle attività e delle passività.

Per una banca, un valore EVE basso, significa che il suo capitale è altamente sensibile alle variazioni di tassi di interesse e ciò serve a determinare la futura stabilità finanziaria in base alla propria sensibilità alle fluttuazioni dei tassi. Avendo ogni istituzione una propria allocazione ottimale, il profilo di rischio di ciascun'azienda e la propensione al rischio preimpostata determineranno l'EVE ottimale.

Inoltre, questo indicatore può essere affetto dalla volatilità quando i tassi di interesse cambiano e ciò potrebbe richiedere l'applicazione di pratiche di mercato quando si segue una tecnica di stress come il VaR, al fine di comprendere e anticipare i futuri movimenti dei tassi di interesse.

2. Il Net Interest Income

Il margine di interesse netto, o Net Interest Income, non è altro che una misura della performance finanziaria degli enti creditizi, in grado di catturare la differenza tra ricavi generati dalle attività fruttifere di interessi e le spese associate alle sue passività onerose.

La formula per la stima del NII è:

$$\text{NII} = \text{IA} - \text{IP}$$

[2]

dove IA indica gli interessi attivi e IP quelli passivi.

Il calcolo degli interessi attivi⁸ viene effettuato applicando il tasso di interesse effettivo al valore contabile lordo della attività finanziarie.

La stima viene sviluppata sempre tramite questa procedura salvo il verificarsi di due eccezioni: la prima riguarda le attività finanziarie che erano deteriorate dal credito al momento dell'acquisto, la seconda le attività finanziarie che hanno subito una riduzione del credito. Ragionamento analogo può essere fatto per il calcolo degli interessi passivi dove semplicemente bisognerà moltiplicare il tasso di interesse effettivo per il valore contabile lordo delle passività finanziarie.

Il tipo di attività che fruttano interessi per la banca può variare dai mutui ai prestiti immobiliari, dai prestiti personali ai titoli, mentre, le passività comprendono principalmente i depositi della clientela. Il ricavo in eccesso generato dagli interessi maturati sulle attività rispetto agli interessi pagati sui depositi costituisce il reddito da interessi netti.

Il margine di interesse netto di alcune banche risulta più sensibile alle variazioni dei tassi di interesse rispetto ad altre, ciò può essere il risultato di diversi fattori come: il tipo di attività e passività detenute nonché il fatto che le attività e le passività si riprezzino a tassi fissi o variabili. Naturalmente le banche con attività e passività a tasso variabile saranno più sensibili a variazioni di tassi di interesse rispetto a quelle con partecipazioni a tasso fisso.

Quando i tassi di interesse aumentano i margini di interesse netti diventano più ampi, e contrariamente, quando i tassi di interesse diminuiscono i margini di interesse netti si riducono.

In particolare, se una banca ha un margine di interesse netto positivo allora sarà esposta ad una variazione al ribasso dei tassi di interesse poiché le attività sensibili diminuirebbero in misura superiore rispetto alle passività sensibili.

Questo indicatore è considerato rilevante in riferimento alla profittabilità della banca ma è opportuno comunque fare una riflessione: una banca può guadagnare un ammontare di interessi dalle sue attività più elevato dell'ammontare che paga dalle sue passività ma ciò non implica che la banca sia redditizia. Le banche, come altre imprese, hanno spese aggiuntive come l'affitto, le utenze, gli stipendi dei dipendenti e dopo aver sottratto queste spese dal margine di interesse netto il risultato potrebbe essere negativo.

In conclusione, un NII positivo può essere considerato un indicatore di una banca che investe in modo efficiente il proprio capitale poiché i propri ricavi risultano superiori ai costi; un NII negativo invece, riflette una situazione di inefficienza e suggerisce ai risk managers di adottare le misure necessarie.

⁸ Interessi Attivi= Tasso di Interesse Effettivo * Attività finanziarie
dove l'attività finanziaria è valutata al valore contabile lordo.

3. Relazione tra EVE e NII

La relazione tra l'indicatore di volatilità del margine di interesse NII e il valore economico del capitale EVE risulta essenziale per comprendere come le fluttuazioni nel margine di interesse possono influenzare il valore patrimoniale di una banca.

La volatilità del margine di interesse e la volatilità del valore economico del capitale sono interconnesse ma nella maggior parte dei casi non si muovono di pari passo.

Come emerso da uno studio effettuato dalla commissione AIFIRM⁹ (associazione italiana financial industrial risk manager), l'esposizione al rischio tasso in ottica EVE risulta correlata negativamente con quella in prospettiva NII.

Lo scopo principale dell'indicatore EVE è quello di misurare i possibili impatti avversi che possono manifestarsi sul bilancio bancario a seguito dei movimenti delle curve di tasso di interesse, che si riflettono in ultima analisi sul valore del patrimonio.

Mentre, l'obiettivo dell'indicatore NII è quello di misurare la variabilità del margine di interesse a fronte di scenari di tasso avversi.

Attuare strategie congiunte dei due indicatori risulta difficile in quanto non esistono regole generali e ciò non è compatibile con le strutture dell'attivo e del passivo estremamente eterogenee all'interno del circuito bancario. Per esempio, le strutture dell'attivo e del passivo che portano una banca ad essere esposta allo scenario di shock parallelo al rialzo di +200 b.p. per l'EVE, potrebbero condurre a benefici reddituali nella prospettiva NII.

La correlazione esistente tra i due differenti approcci dell'EVE e del NII dovrebbe essere valutata tenendo conto che esistono casistiche in cui l'intermediario rispetta le soglie previste per l'EVE ma supera quelle previste per il NII. Se l'indicatore relativo all'EVE risulta essere una misura chiave delle banche e oggetto di monitoraggio mensile, quello relativo al NII (essendo di più recente introduzione) non risulta essere un indicatore propenso ad accogliere dei vincoli rigidi che possano implicare cambiamenti nelle strategie di gestione.

Si dovrà prestare attenzione alle due prospettive tenendo presente quanto successo nella prima parte del 2023 negli Stati Uniti, dove alcuni istituti sono andati in difficoltà a seguito del rialzo repentino dei tassi di interesse. Tale fenomeno ha evidenziato come un'esposizione EVE molto alta (ben al di sopra dei limiti EBA nel caso degli istituti in difficoltà negli USA) metta significativamente a rischio la sostenibilità stessa della banca mentre un'eccessiva esposizione dell'indicatore NII (di breve periodo rispetto all'EVE) sembra potenzialmente meno critica.

⁹ *Rischio di tasso di interesse nel portafoglio bancario (IRRBB): evoluzioni gestionali e del nuovo contesto regolamentare e di mercato*, Position Paper n°44, 2024

Al di là delle possibili differenze che ci sono tra indicatori gestionali e regolamentari resta il fatto che è certamente obbligatorio avere almeno una misura di NII ed una misura di EVE nel proprio framework di gestione del rischio per valutarne continuamente la stabilità e la redditività.

Tabella 1. Indicatori regolamentari-comparazione NII SOT e EVE SOT

Misura	Rischio principale	Orizzonte temporale	Rinnovo poste
NII SOT	Poste a Tasso Variabile	Da ON a 1Y	<i>Constant balance sheet</i>
EV SOT	Poste a Tasso Fisso	Da ON a 50Y e oltre	<i>Run-off balance sheet</i>

La Tabella 1 mette in evidenza le principali differenze tra i due approcci. Il rischio principale nell'approccio NII SOT è legato allo sbilancio nelle poste indicizzate tra attivo/passivo e derivati, dove con poste indicizzate si intendono tutte quelle che riprezzano nell'orizzonte temporale posto, in genere, pari ad 1 anno. Una situazione estrema si ha nel caso di assenza di derivati, tutte le poste dell'attivo sono indicizzate, tutte le poste del passivo sono a tasso fisso e scadono oltre l'orizzonte temporale di 1 anno. In questo caso, il rischio segnalato dalla misura è massimo perché un movimento dei tassi nell'anno si 'scaricherebbe' solo sull'attivo e non sul passivo facendo guadagnare la banca in caso di rialzo dei tassi e perdere in caso di ribasso.

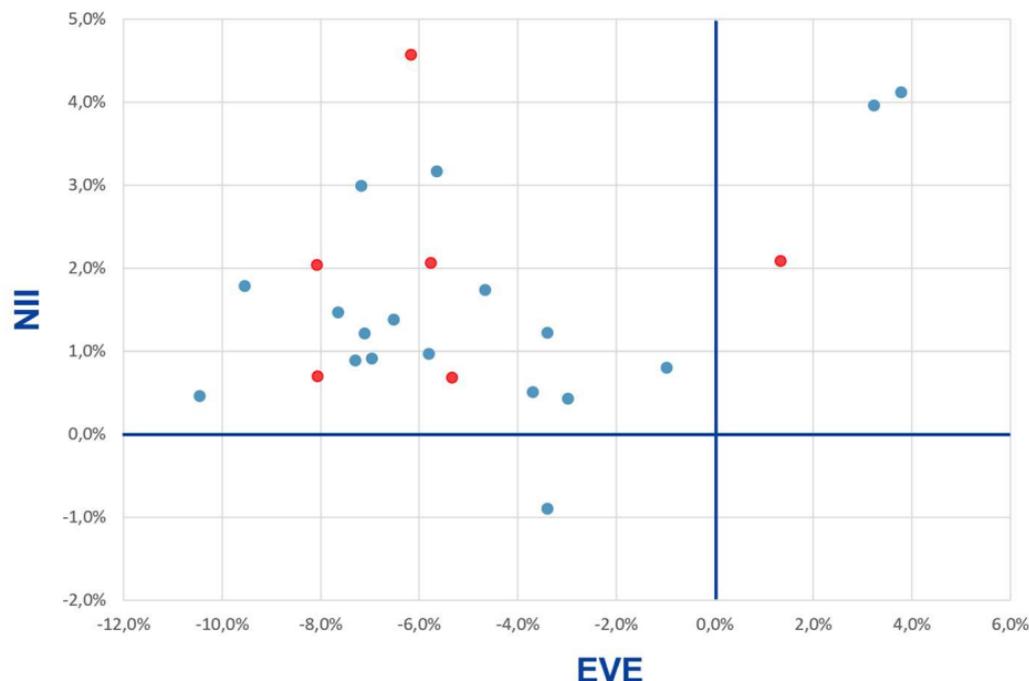
Il rischio principale di EVE consiste nella maggiore presenza nell'attivo rispetto al passivo di poste a tasso fisso a lungo termine. Un esempio è il caso in cui a fronte di passività indicizzate o comunque a breve termine la banca abbia un collocamento significativo di mutui ipotecari residenziali a tasso fisso o l'acquisto di titoli con scadenze particolarmente lunghe. In questo contesto un repentino rialzo dei tassi di interesse comporterebbe la perdita di valore delle poste dell'attivo.

Quindi le fluttuazioni dei tassi di interesse influenzano sia la prospettiva NII che quella EVE. Quando i tassi di interesse aumentano, il margine di interesse può aumentare, poiché la banca è in grado di addebitare tassi di interesse più elevati sui prestiti rispetto a quelli pagati sui depositi. Un NII più ampio si traduce in profitti più elevati a breve termine per le banche, questo può essere positivo per la redditività a breve termine e può migliorare la capacità dell'istituzione di distribuire dividendi. Tuttavia, in questo stesso scenario, il valore economico del capitale potrebbe diminuire poiché il valore attuale dei flussi di cassa futuri da prestiti e investimenti diminuirebbero con i tassi di interesse più alti.

Nella gestione complessiva dell'IRRBB, una banca deve quindi tenere conto di questo trade-off fra volatilità del margine di interesse e volatilità del valore economico, monitorando attentamente entrambe le misure.

Differenti business model e composizioni del bilancio possono impattare diversamente sul margine di interesse e sul valore economico.

Figura 1. Confronto tra indicatori per lo scenario parallel up rispetto al Tier1



Fonte: Elaborazioni su dati presenti nella informativa al pubblico (Pillar 3) delle banche a giugno 2023.

La seguente Figura 1 confronta gli impatti su EVE e su NII in percentuale del Tier1 su un campione di 24 banche europee.

Questo studio è stato svolto sulla base dei dati di Pillar 3 a giugno 2023 ed evidenzia che la maggior parte delle banche presenta, in uno scenario di tassi al rialzo, un margine di interesse in crescita ed un valore economico del capitale in diminuzione.

Certamente questa analisi non deve essere intesa come l'unica possibile in quanto le banche presentano una differente esposizione ed in alcuni casi gli indicatori risultano positivamente correlati. La necessità di rispettare contemporaneamente entrambi i SOT richiederà strategie più complesse e costose.

1. Introduzione su sistemi di misurazione interni e metodologie standardizzate

Una delle principali funzioni svolte dagli enti creditizi è rappresentata dalle trasformazioni delle scadenze poiché nella maggioranza dei casi le banche finanziano i propri investimenti a lungo termine emettendo passività a più breve termine. Il conseguente squilibrio fra le scadenze attive e passive comporta l'esposizione dell'intermediario al rischio tasso di interesse. Al fine di evitare un'eccessiva esposizione a tale rischio, le banche e le autorità di vigilanza hanno istituito dei metodi di misurazione del tasso di interesse. Tali metodi presentano una diversa complessità in quanto la loro applicazione dipenderà dalla struttura dell'intermediario; banche di grandi dimensioni e più complesse utilizzeranno modelli più sofisticati, mentre, le banche di piccole dimensioni potranno servirsi di metodi più semplificati.

Di pari passo con il contenuto delle linee guida EBA¹⁰ e degli standards del Comitato di Basilea¹¹ è stato necessario implementare metodologie in grado di catturare sia il rischio tasso nell'ambito del margine di interesse sia nell'ambito nel valore economico del capitale. Le banche hanno quindi sviluppato dei propri sistemi interni di misurazione, come dimostrato da A. Sironi e A. Resti¹² ma si sono anche adeguate alle pubblicazioni delle autorità di vigilanza tramite le metodologie standardizzate. In questo paragrafo analizzeremo l'applicazione di diversi modelli interni e tecniche di misurazione come ad esempio, il Repricing gap per il margine di interesse e il Duration gap per il valore economico, ma anche l'implementazione di metodologie standardizzate proposte da Banca d'Italia.

2. Metodologia di misurazione del margine di interesse: il Repricing Gap

Fra le metodologie per la misurazione e la gestione del tasso di interesse, il modello del Repricing Gap è il più noto e diffuso. Come nella maggior parte delle metodologie usate per la misurazione del rischio tasso di interesse si parte da una considerazione semplice ed intuitiva: le attività fruttifere di interessi e le passività onerose presentano una diversa sensibilità alle variazioni dei tassi di mercato.

¹⁰ EBA/GL/2022/14

¹¹ Standards: interest rate risk in the banking book

¹² nel loro testo pubblicato nel 2008 '*Rischio e valore nelle banche*'

In particolare, il modello di repricing gap è un modello di tipo reddituale poiché la variabile-obiettivo su cui si calcola l'effetto delle possibili variazioni dei tassi di interesse è il margine di interesse (MI) dell'ente creditizio.

Il gap esprime l'esposizione al rischio di tasso in termini di sbilancio (o gap) ad una certa data come differenza tra attività e passività sensibili che giungono a scadenza e/o si riprezzano entro un prefissato orizzonte temporale denominato *gapping period*. Il *gapping period* è il periodo di tempo che viene preso come punto di riferimento per misurare le variazioni del MI e può avere durata breve, in genere un anno a partire dalla data di valutazione (in linea con la frequenza annuale del bilancio). Ad ogni data di scadenza/riprezzamento all'interno del *gapping period* viene determinato un gap positivo (quando le attività sensibili sono maggiori delle passività sensibili), negativo (quando le attività sensibili sono minori delle passività sensibili) o nullo (quando le attività sensibili sono uguali alle passività sensibili).

$$G_t = AS_t - PS_t = \sum ast_j - \sum pst_j \quad [3]$$

$$\Delta MI = \sum G_t \cdot \Delta i = G \cdot \Delta i \quad [4]$$

Nel caso in cui una banca abbia un gap nullo (=0), ciò andrà ad evidenziare che le sue attività sensibili saranno pari alle passività sensibili e quindi l'istituto finanziario in questione non sarà esposto a variazione dei tassi di interesse.

Più nel dettaglio, è possibile analizzare la relazione esistente tra il margine di interesse e le variazioni dei tassi di mercato, partendo dalla definizione di margine di interesse:

$$MI = IA - IP \quad [5]$$

dove il margine di interesse è dato dalla semplice differenza tra interessi attivi ed interessi passivi, che possiamo a loro volta scomporre come prodotto, rispettivamente fra il totale delle attività finanziarie (AFI) e il livello medio dei tassi attivi (i_a) e il totale delle passività finanziarie (PFI) e il livello medio dei tassi passivi (i_p).

$$MI = IA - IP = i_a \cdot AFI - i_p \cdot PFI \quad [6]$$

A loro volta le attività finanziarie sensibili si scomporranno nella somma tra attività sensibili (AS) e attività non sensibili (ANS ossia quelle che rivedono il tasso oltre il *gapping period*) ed ugualmente le passività finanziarie sensibili risulteranno la somma delle passività sensibili (PS) e delle passività non sensibili (PNS ossia quelle che rivedono il tasso oltre il *gapping period*). In riguardo a tale scomposizione, è necessario evidenziare che le ANS e le PNS, possono dividersi in due diverse 'classi': quella relativa alle attività/passività che non sono sensibili a variazioni dei tassi di interesse (non producono effetti sul margine di interesse) e quella che racchiude poste di bilancio che nonostante rientrino nel perimetro di misurazione del rischio tasso riprezzano dopo la fine del *gapping period*.

$$MI = IA - IP = i_a \cdot AFI - i_p \cdot PFI = i_a \cdot (AS + ANS) - i_p \cdot (PS + PNS)$$

[7]

A questo punto possiamo svolgere una semplificazione andando ad eliminare le ANS e le PSN poiché le variazioni dei tassi di interesse producono effetti unicamente sulle attività e passività sensibili.

È necessario utilizzare un'ipotesi semplificatrice: le variazioni dei tassi di interessi attivi deve essere uguale a quella degli interessi passivi.

$$\Delta i_a = \Delta i_p = \Delta i$$

[8]

In questo modo si otterrà:

$$\Delta MI = \Delta i \cdot (AS - PS) = \Delta i \cdot (\sum a_{s,t,j} - \sum p_{s,t,j}) = \Delta i \cdot G$$

[9]

Quest'ultima equazione evidenzia una relazione diretta tra margine di interesse con variazione dei tassi e gap. In particolare, in presenza di un gap positivo ($AS > PS$), in caso di rialzo dei tassi di interesse ciò produrrà un aumento del margine di interesse. Ciò si verifica dal momento in cui, la quantità di attività sensibili per le quali si avrà una revisione e dunque un aumento del tasso di interesse, superi quelle delle passività sensibili. Quindi, in questa specifica situazione, gli interessi attivi cresceranno di più degli interessi passivi, conducendo ad un rialzo del margine di interesse.

Viceversa, nel caso una banca presenti un gap negativo, un aumento dei tassi di interesse causerebbe una riduzione del margine di interesse in quanto le passività tenderebbero a crescere più velocemente rispetto alle attività.

Tale analisi si fonda sull'assunzione che le variazioni dei tassi di interesse si traducano a loro volta in potenziali variazioni degli interessi su attività e passività sensibili relative all'intero gapping period. Nella realtà le attività e passività sensibili sono sensibili solo per il periodo di tempo che va dalla data di revisione alla fine del gapping period. Un modo per tener conto di ciò è ricorrere all'applicazione del maturity-adjusted gap. Tale metodologia prende in considerazione l'eventuale variazione di tassi di interesse connesse ad attività e passività sensibili esercita i propri effetti unicamente per il periodo compreso fra la data di scadenza o di revisione del tasso della singola posta e la fine del gapping period. In parole più semplici, si tiene conto dell'effettiva data di scadenza o di riprezzamento assegnando una diversa ponderazione alle voci di bilancio. Ad esempio, prendendo come gapping period un anno e considerando una posta che si riprezzerebbe tra un mese, questo produrrebbe un effetto sul conto economico per soli 11 mesi e non per l'intera durata del periodo di riferimento.

$$\text{Valore posta} \cdot [1 - (1/12)] \rightarrow \text{Valore posta} \cdot (11/12)$$

Più in generale, nel caso di una qualunque attività sensibile che fruttasse un tasso di interesse i , l'ammontare degli interessi attivi percepiti nel successivo anno sarà dato da:

$$\Delta ia_j = as_j \cdot i_a \cdot s_j + as_j \cdot (i_a + \Delta i_j) \cdot (1-s_j) \quad [10]$$

$$\Delta ip_j = ps_j \cdot i_p \cdot s_j + ps_j \cdot (i_p + \Delta i_j) \cdot (1-s_j) \quad [11]$$

dove s_j indica il periodo, espresso in frazione d'anno, da oggi fino alla scadenza o data di revisione del tasso dell'attività j -esima.

$$\Delta MI_t = \Delta ia_j - \Delta ip_j \quad [12]$$

Tenendo conto delle componenti già fissate e quindi non sensibili ai tassi si ottiene che:

$$\Delta MI_t = as_j \cdot (i_a + \Delta i_j) \cdot (1-s_j) - ps_j \cdot (i_p + \Delta i_j) \cdot (1-s_j) \quad [13]$$

$$\Delta MI_t = as_j \cdot i_a \cdot (1-s_j) - ps_j \cdot i_p \cdot (1-s_j) + as_j \cdot \Delta i_j \cdot (1-s_j) - ps_j \cdot \Delta i_j \cdot (1-s_j) \quad [14]$$

Escludendo la proiezione degli interessi sulla base dei tassi correnti (invariante rispetto allo shock), avremo che:

$$\Delta MI_t = as_j \cdot \Delta i_j \cdot (1-s_j) - ps_j \cdot \Delta i_j \cdot (1-s_j) \quad [15]$$

$$\Delta MI_t = (as_j - ps_j) \cdot \Delta i_j \cdot (1-s_j) \quad [16]$$

$$\Delta MI_t = G_t \cdot \Delta i_j \cdot (1-s_j) \quad [17]$$

$$\Delta MI = \sum G_t \cdot \Delta i \cdot (1-s_j) \quad [18]$$

La tecnica di utilizzo del repricing gap, nonostante al giorno d'oggi sia diffusa in particolare per le banche di piccole e medie dimensioni, presenta diversi problemi.

1. Ipotesi di variazioni uniformi dei tassi attivi e passivi e dei tassi di diversa scadenza. In questo modello abbiamo usato come ipotesi semplificatrice una variazione uniforme dei tassi attivi e passivi, ipotesi non molto fedele a quello che avviene nella realtà dei fatti poiché le diverse attività e passività negoziate dalla banca mostrano una diversa sensibilità alle variazioni dei tassi di interesse e non si muovono in modo uniforme. In generale, il grado di sensibilità non è unitario ed a ciò si aggiunge un'altra ipotesi irrealistica quale la variazione uniforme dei tassi a diversa scadenza.

Un metodo per superare il primo problema è l'utilizzo all'interno della metodologia del repricing gap di coefficienti di reattività stimati attraverso analisi econometriche (ad esempio il beta di una regressione lineare) che esprimano la quota parte dell'attività o della passività pienamente reattiva allo shock di mercato (Δi). Più precisamente, il metodo si articola in tre diverse fasi: una prima di identificazione del tasso di riferimento, una seconda di stima delle sensibilità dei diversi tassi bancari rispetto alle variazioni del tasso di riferimento ed

infine il calcolo di un ‘gap corretto’, che possa essere utilizzato per stimare l’effettiva variazione che subirebbe il margine di interesse della banca in corrispondenza di una variazione del tasso di mercato di riferimento.

$$G^s = \sum a_{t,j} \cdot \beta_j - \sum p_{t,j} \cdot \gamma_j$$

[19]

Quindi, diversamente da come fatto in precedenza, si calcola il gap che tenga conto della diversa sensibilità delle poste attive e passive alle variazioni dei tassi di mercato semplicemente moltiplicando ognuna di esse per il relativo coefficiente di sensibilità.

2. Il trattamento delle poste a vista. Uno dei principali problemi che presentano le banche che misurano l’esposizione al rischio tasso di interesse è la difficoltà nel determinare la data di revisione del tasso di attività e passività a vista, ossia quelle poste a scadenza indeterminata (i cd non-maturity deposit). Esistono diverse modalità di rappresentazione dei flussi di cassa delle poste a vista, tra cui quella di allocarle con scadenza ad un giorno. Tuttavia, con riferimento alla raccolta a vista, la scadenza di un giorno non risulta sempre adeguata a rappresentare i fenomeni di stabilità e scarsa reattività ai tassi di mercato che caratterizza questo tipo di passività. Infatti, in presenza di un rialzo dei tassi di mercato, un depositante potrebbe teoricamente richiedere una remunerazione più elevata e, nel caso questa gli fosse negata trasferire i propri fondi presso un’altra banca. Analogamente in corrispondenza di un ribasso dei tassi di mercato un’impresa affidata potrebbe chiedere un’immediata riduzione del tasso di interesse relativo al proprio finanziamento e, nel caso questa gli fosse negata, rimborsare lo stesso contraendone uno di importo equivalente presso un’altra banca. È opportuno sviluppare dei modelli comportamentali per andare a studiare e prevedere appunto il comportamento dei clienti. È doveroso trattare in modo diverso il cliente retail, l’impresa e l’impresa finanziaria e tenere costantemente sotto controllo la curva dei tassi di interesse. Inoltre, è necessario andare a fare un’importante distinzione tra quelle poste di bilancio ‘stabili’ che rientrano nella c.d. ‘componente core’ e rimangono per un periodo di tempo prolungato nel bilancio della banca rispetto ad altre poste meno stabili (la cosiddetta ‘componente no-core’) alle quali bisogna attribuire una maggiore attenzione.

3. Metodologie di misurazione del valore economico del capitale

Una volta terminata l’analisi sul Repricing gap, andremo ad analizzare tre diverse tecniche di misurazione del rischio tasso di interesse sul valore economico in riferimento ad un orizzonte temporale a più lungo termine. Le metodologie in questione sono: il Duration Gap, la Full Revaluation e il Value at Risk (o VaR).

3.1. Il modello del Duration Gap

Nel paragrafo precedente abbiamo analizzato la variabile del margine di interesse utilizzando un approccio reddituale. In questo paragrafo andremo a prendere in considerazione le variazioni dei valori di mercato introducendo un modello patrimoniale, il Duration Gap. Tramite questo modello l'attenzione si sposterà dal conto economico allo stato patrimoniale dell'istituto finanziario e l'obiettivo sarà quello di stimare il valore di mercato del patrimonio su un orizzonte temporale più lungo.

Prima di far ciò bisogna introdurre una misura di esposizione al rischio di tasso di interesse quale la duration modificata. La duration modificata (DM) è data dal rapporto:

$$DM = \frac{D}{(1+y)}$$

[20]

Dove D è duration di Macauley (o durata media finanziaria) e 'y' è il tasso di rendimento a scadenza dello strumento finanziario.

La duration (o durata media finanziaria) è definita dalla media aritmetica delle scadenze dei flussi di cassa attesi (c_t) di uno strumento finanziario, dove ogni scadenza (t) viene ponderata per il rapporto fra il valore attuale del flusso in una data scadenza e il prezzo attuale (P) dello strumento finanziario.

$$D = \frac{1}{P} \cdot \sum_{t=0}^T t \cdot \frac{c_t}{(1+y)^t}$$

[21]

Dall'equazione [21] si sviluppa quella inerente la Duration Modificata (DM), che permette di calcolare la durata media finanziaria non in funzione di un solo tasso ma di un'intera curva. Per esempio, supponendo una variazione dei tassi y pari all'1%, tale relazione ci permetterà di calcolare di quanto varierà il prezzo del titolo in seguito ad un rialzo dei tassi di interesse dell'1%.

La duration è un indicatore del tempo che l'investitore deve attendere affinché veda rientrare nelle proprie casse il capitale inizialmente investito come somma di due componenti che si compensano tra loro: il reinvestimento dei flussi fino ad una certa scadenza s e il prezzo ricevuto in caso di disinvestimento in s . Quando s è pari alla duration l'effetto delle due componenti è uguale.

La duration è inoltre un indicatore di sensibilità del valore di uno strumento al variare dei tassi: permette di calcolare la variazione percentuale del prezzo di uno strumento finanziario data una variazione infinitesima dei tassi di interesse che impattano su quest'ultimo.

Diversamente dal repricing gap bisognerà andare a stimare la variazione percentuale del valore di mercato delle attività e la variazione percentuale del valore di mercato delle passività.

$$\Delta VM_a / VM_a = - DM_a \cdot \Delta y_a$$

[22]

$$\Delta VM_p / VM_p = - DM_p \cdot \Delta y_p$$

[23]

Da cui:

$$\Delta VM_a = - VM_a \cdot DM_a \cdot \Delta y_a \quad [24]$$

$$\Delta VM_p = - VM_p \cdot DM_p \cdot \Delta y_p \quad [25]$$

dove DM_a e DM_p rappresentano rispettivamente le duration modificate di attivo e passivo, y_a e y_p i tassi di rendimento medi dell'attivo e del passivo. Una volta stimate entrambe si andrà a calcolare la differenza tra il valore delle attività e il valore delle passività per individuare il valore di mercato del patrimonio della banca.

$$\Delta VM_E = \Delta VM_a - \Delta VM_p = (-VM_a \cdot DM_a \cdot \Delta y_a) - (-VM_p \cdot DM_p \cdot \Delta y_p) \quad [26]$$

Come per il modello del repricing gap anche per il duration gap è necessario andare a fare un'ipotesi altamente semplificatrice: la variazione dei tassi di rendimento dell'attivo e del passivo devono essere uguali.

$$\Delta y_a = \Delta y_p = \Delta y \quad [27]$$

Si ottiene quindi:

$$\Delta VM_E = (-VM_a \cdot DM_a - VM_p \cdot DM_p) \cdot \Delta y \quad [28]$$

Dividendo ambo i membri per VM_a si ottiene:

$$\Delta VM_E / VM_a = (-VM_a / VM_a \cdot DM_a - VM_p / VM_a \cdot DM_p) \cdot \Delta y \quad [29]$$

Ponendo:

$$VM_p / VM_a = L \quad [30]$$

$$\Delta VM_E / VM_a = (-DM_a - L \cdot DM_p) \cdot \Delta y \quad [31]$$

$$\Delta VM_E = (-DM_a - DM_p \cdot L) \cdot VM_a \cdot \Delta y \quad [32]$$

Dove L rappresenta un indice di leva finanziaria della banca dato dal rapporto tra il valore di mercato del passivo e il valore di mercato dell'attivo.

Quest'ultima equazione consente di misurare la variazione del valore di mercato del patrimonio conseguente una variazione dei tassi di interesse ed è una funzione diretta di tre elementi: la dimensione dell'attività di intermediazione svolta dalla banca misurata dal valore di mercato del totale dell'attivo (VM_a), la dimensione della variazione dei tassi di interesse ipotizzata uguale per l'attività e per le passività (Δy), e la differenza fra la duration modificata dell'attivo e quella del passivo corretta per la leva finanziaria della banca. Il termine tra parentesi è quello che prende il nome di Duration Gap (DG) ed in condizioni ordinarie ha valore positivo

poiché L è necessariamente un numero compreso tra zero ed uno e la duration modificata dell'attivo solitamente risulta maggiore della duration modificata del passivo.

La condizione di immunizzazione alle variazioni parallele di tassi di interesse richiede un duration gap nullo ($DG=0$), ossia che risulti soddisfatta la relazione $DM_a = DM_p \cdot L$ ¹³. Nel caso questa uguaglianza non venga rispettata bisognerà procedere con degli aggiustamenti aumentando la duration dell'attivo o diminuendo quella del passivo (quindi modificando la composizione di attivo e passivo).

Il limite principale del duration gap è legato al fatto che l'effettiva applicazione di questo modello comporta problemi di gestione. In primo luogo, qualora una banca stabilisca obiettivi di immunizzazione, a causa della natura dinamica delle politiche di immunizzazione, risulterebbe complicato riuscire ad annullare il suo DG in quanto l'efficacia di tale strategia produrrebbe effetti nel brevissimo periodo (poiché la duration è in costante movimento). Dovremmo poter conoscere la duration in ogni istante (cosa che non è assolutamente possibile), ed inoltre, la D_a può variare nel tempo in modo diverso da quella del passivo modificando così il duration gap continuamente.

Le variazioni dei tassi di interesse modificano in primis la duration di attività e passività ed inevitabilmente anche il duration gap dell'equity bancario. Da questo punto di vista le politiche di immunizzazione sono poco maneggevoli perché andrebbero ricalibrate ogni qualvolta si verificano variazioni nel livello dei tassi di mercato e non consentano l'utilizzo del modello in uno scenario di variazione dei tassi di interesse diverso da quello parallelo. Inoltre, un altro limite da non sottovalutare per l'utilizzo di tale modello è legato ai costi connessi alle politiche di immunizzazione molto elevati, in quanto è richiesto di modificare la duration e di conseguenza la scadenza delle attività e delle passività della banca.

Altro importante limite di tale modello dipende dal fatto che la stima delle variazioni di mercato legate attraverso la duration rappresentano un'approssimazione lineare di primo ordine. Sarebbe più corretto utilizzare la convexity in modo da approssimare più precisamente i movimenti dei rendimenti di mercato. La relazione tra le variazioni dei rendimenti e la variazione dei valori di mercato non è una relazione lineare bensì convessa.

Ultimo problema legato al modello del duration gap è lo stesso discusso in precedenza e presente anche nel repricing gap, in quanto si continuano a considerare variazioni uniformi dei tassi di interesse attivi e passivi per la banca. In realtà variazioni dei tassi di mercato si possono riflettere in modo differente sui tassi della banca a seconda che siano attivi o passivi. Per risolvere questo problema bisogna andare a considerare la differente sensibilità che hanno attività e passività alle variazioni dei rendimenti di mercato. Possiamo andare a calcolare la variazione del valore di mercato della banca come:

$$\Delta VM_B = (- DM_a \cdot \beta_a - DM_p \cdot L \cdot \beta_p) \cdot VM_a \cdot \Delta y = BDG \cdot VM_a \cdot \Delta y$$

[33]

dove BDG rappresenta il beta duration gap. In particolare, da quest'ultima formula possiamo vedere come l'impatto di una variazione del tasso di mercato sul valore di mercato del patrimonio della banca dipenda da

¹³ *Rischio e valore nelle banche*, edizione del 2008 di A. Resti e A. Sironi

tre fattori: la duration modificata di attività e passività, il grado di sensibilità dei tassi attivi e passivi alla variazione dei tassi di mercato ed in ultimo dalla leva finanziaria espressa come rapporto fra valore delle passività e valore dell'attività.

3.2. La Full Revaluation

Un'altra tecnica interna di misurazione del valore economico utilizzata dagli enti creditizi è l'approccio della Full Revaluation. La Full Revaluation implica l'applicazione di uno shock ai cash flow (CF) e quindi una rivalutazione completa degli strumenti in portafoglio utilizzando opportune funzioni di valutazione. Dato che gli strumenti vengono rivalutati completamente, tale approccio cattura efficacemente tutte le non linearità nella valutazione; tuttavia, è necessario avere a disposizione risorse computazionali significative. Per esempio, se si analizza un vasto portafoglio di mutui con scadenza a trent'anni, calcolare tutti i flussi di cassa propri del mutuo con le relative attualizzazioni diventa un lavoro assolutamente oneroso.

Per spiegare questo modello ci serviremo di un semplice esempio. Supponiamo che un investitore voglia comprare un titolo di stato con taglio minimo 1000 € che paga cedole semestrali al 5% ed abbia una scadenza di 5 anni. Sulla base delle condizioni contrattuali, i c.d. termsheet, il compratore del titolo riceverà ogni semestre il pagamento della cedola pari a 50 € e alla scadenza il rimborso del valore nominale più il pagamento dell'ultima cedola. Quindi, complessivamente questa operazione sarà divisibile in 10 flussi di cassa: i primi nove caratterizzati dal pagamento cedolare di 50 € e l'ultimo cash flow avrà un valore di 1050 € (1000€ di rimborso più 50€ di cedola).

Il metodo della Full Revaluation prevede di attualizzare tutti i flussi di cassa attribuendo a ciascuno un fattore di sconto diverso (DF) che verranno calcolati secondo il regime della capitalizzazione continua. Nel nostro caso, ipotizzando una struttura dei tassi che parte dall'1% e che cresce semestralmente di 0,1% avremo:

$DF(0,5) = \exp(-r_t \cdot t_k) = \exp(-1\% \cdot 0,5) = 0,9950$ è il valore del discount factor a sei mesi

$DF(1) = \exp(-1,1\% \cdot 1) = 0,9890$

E così via fino all'ultimo fattore di sconto: $DF(5) = \exp(-1,9\% \cdot 5) = 0,9093$

Una volta stimati tutti i discount factors sarà possibile calcolare il valore economico del capitale con la seguente formula:

$$EVE_{base} = \sum_{K=1}^T CF(K) \cdot DF(tk)$$

$$EVE_{base} = 50 \cdot 0,9950 + 50 \cdot 0,9890 + \dots + 1050 \cdot 0,9093 = 1388,05$$

Ciò spiega perché questo modello si discosta dal Duration gap in quanto non utilizza la duration di attivo o passivo per stimare il prezzo del titolo. È inoltre possibile determinare il present value (PV) del titolo senza andare a scomporre i flussi di cassa o ad attribuire ad una stessa scadenza più flussi di cassa per semplificare il calcolo ma rispettando le scadenze previste dal contratto.

La caratteristica di questo metodo è che ad ogni fattore di sconto relativo ai flussi di cassa verrà applicato uno shock di tasso in base allo scenario che si sta studiando. Dopo aver aggiunto lo shock, per esempio di +0,005% ai fattori di attualizzazione, si stima la differenza tra il fattore di sconto di base e quello con lo shock. Ciò permetterà all'ente creditizio di calcolare il Delta che corrisponde alla sensitivity del valore economico del titolo.

Quindi in primis si ricalcolano, con lo stesso procedimento utilizzato precedentemente, i fattori di sconto maggiorati dallo shock di 0,005%. Per esempio, il primo fattore di sconto sarà:

$$DF_{\text{shock}}(0,5) = \exp(-[1\% + 0,005\%] \cdot 0,5) = \exp(-1,005\% \cdot 0,5) = 0,9949$$

Calcolati tutti i DF si stima l'EVE_{shock}

$$EVE_{\text{shock}} = \sum_{K=1}^T CF(K) \cdot [DF(\text{tk})\text{shock}]$$

$$EVE_{\text{shock}} = 50 \cdot 0,9949 + 50 \cdot 0,9890 + \dots + 1050 \cdot 0,9091 = 1387,75$$

Infine, si può calcolare il Delta

$$\Delta EVE = EVE_{\text{shock}} - EVE_{\text{base}} = 1387,75 - 1388,05 = -0,2923$$

Il Delta EVE trovato risulta molto basso poiché per svolgere questo esempio abbiamo utilizzato un valore arbitrario dello shock altrettanto piccolo (0,005%). Questo procedimento rappresenta il metodo della Full Revaluation applicato ad un singolo titolo.

Fare la Full Revaluation per uno scenario può risultare relativamente semplice ma in una simulazione storica o una simulazione Monte Carlo diventa un'operazione quasi impossibile. Ciò si verifica soprattutto per le banche di grandi dimensioni che detengono portafogli formati da milioni di posizioni. Infatti, in questo esempio abbiamo potuto notare come un titolo a 5 anni venga scomposto in 10 cash flow e attualizzato singolarmente, ma, immaginando uno scenario dove ci sono un milione di titoli di stato con scadenza a 20 anni e quindi un'infinità di flussi di cassa da attualizzare, tale situazione potrebbe complicare notevolmente l'aspetto computazionale.

3.3. Il metodo del Value at Risk per la stima del rischio tasso

Le metodologie descritte nei paragrafi precedenti presentano alcune caratteristiche comuni che le rendono da un lato strumenti efficaci nella misurazione, monitoraggio e controllo dell'esposizione al rischio di tasso e dall'altro, risentono di alcune limitazioni legate alla fissazione di shock predefiniti più o meno realistici e alla mancata indicazione circa la probabilità degli impatti causati dagli shock su determinati orizzonti temporali. Per superare queste limitazioni è possibile ricorrere alla metodologia Value at Risk sviluppata negli anni '90

dalla banca d'affari statunitense J.P. Morgan¹⁴ al fine di quantificare attraverso un indicatore sintetico il rischio di mercato legato ad un portafoglio di trading.

Il VaR nato per stimare il rischio di subire perdite rilevanti per effetto di variazioni inattese dei fattori di rischio (tassi di cambio, prezzi azionari, tassi di interesse, credit spread, prezzi delle commodities etc) sui valori di mercato di portafogli di strumenti finanziari, può essere usata anche per misurare il rischio legato ai diversi fattori di rischio strutturali del banking book ed in primo luogo il rischio di tasso d'interesse sul quale si concentra questo lavoro.

Prima di analizzare nel dettaglio la metodologia, è utile riepilogare quali sono le possibili applicazioni inerenti l'IRRBB. Le metodologie VaR possono essere usate per analisi di stress, per quantificare i limiti IRRBB e per test retrospettivi sulla tenuta degli stessi, per aggregare i rischi dei diversi fattori strutturali presenti nel portafoglio bancario (tassi d'interesse, tassi di cambio, partecipazioni strategiche e minoritarie) oltre che per stimare il capitale economico assorbito da questo rischio.

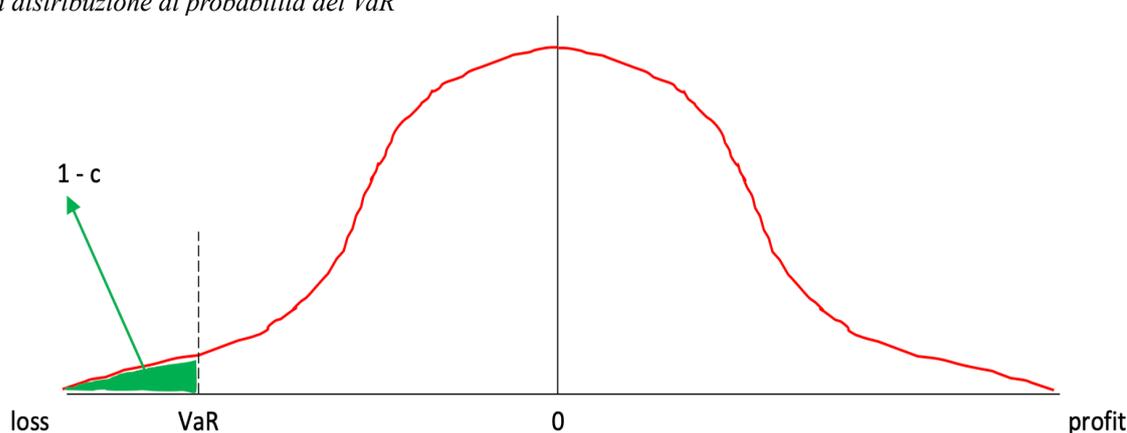
Il VaR è definito come la massima perdita potenziale, che una posizione o un portafoglio di posizioni, può subire in relazione ad un certo intervallo di confidenza e un determinato orizzonte temporale. Rappresenta una misura di tipo probabilistico grazie al quale gli istituti finanziari riescono a misurare il potenziale rischio di incorrere in perdite. La Figura 2 sotto riportata denota con $(1-c)$ la probabilità che si verifichi una perdita (L) eccedente la soglia stabilita (VaR).

In termini matematici si può esprimere come:

$$\Pr(|L| > |VaR|) = 1 - c$$

[34]

Figura 2. La distribuzione di probabilità del VaR



La definizione di VaR ammette la possibilità che si verifichino perdite superiori all'intervallo di confidenza definito. Uno dei maggiori limiti di questo strumento è la carenza di informazioni riguardo l'entità delle perdite

¹⁴ *RiskMetrics-Technical Document*, J.P. Morgan e Reuters, prima edizione New York 1996

che la banca potrebbe subire e ciò risulta superabile fornendo i valori sugli estremi della distribuzione o ricorrendo alla misura di Expected Shortfall.

L'obiettivo di tale metodologia è quello di stimare la distribuzione delle perdite/guadagni potenziali che potrebbero verificarsi nell'orizzonte temporale prescelto con un certo livello di confidenza al fine di quantificare le perdite inattese e il relativo capitale economico assorbito.

Per la stima del VaR vengono utilizzati tre diversi metodi:

- l'approccio parametrico o anche definito approccio varianza-covarianza: implica un'assunzione circa la distribuzione di probabilità dei fattori di rischio. Ad esempio, si ipotizza che i fattori di rischio si distribuiscano secondo una normale, con media μ e deviazione standard σ . La stima delle perdite e dei guadagni avviene attraverso l'applicazione di shock dei fattori di rischio a coefficienti lineari di sensibilità al fattore di rischio (modified duration);
- approccio basato sulle simulazioni storiche: non richiede un'assunzione a priori sulla distribuzione dei fattori di rischi. La distribuzione dei fattori di rischio è quella derivante dalle serie storiche degli stessi. In questo caso, l'ipotesi implicita è che la distribuzione storica si ripeterà in futuro. A differenza degli approcci parametrici, la stima delle perdite e dei guadagni avviene sottoponendo i flussi di cassa ad un certo numero di possibili scenari riguardanti l'evoluzione futura dei fattori di rischio (c.d. full revaluation)
- approccio basato su simulazioni Monte Carlo: come per l'approccio parametrico, richiede un'assunzione circa la distribuzione di probabilità dei fattori di rischio e consiste nel generare un numero elevato di scenari applicati ai flussi di cassa in full revaluation per ricavare una distribuzione di possibili profitti o perdite.

Tali metodologie sono accomunate dalla presenza di due parametri essenziali per la stima del Value at Risk: l'intervallo di confidenza e l'orizzonte temporale.

Il primo parametro in questione è l'intervallo di confidenza, tanto maggiore è l'intervallo di confidenza desiderato, tanto maggiore sarà il valore del VaR. Le banche, a seconda del grado di propensione o avversione al rischio, possono analizzare la propria posizione con intervalli di confidenza differenti. Ad esempio, nel caso in cui si richieda una protezione maggiore potrebbe essere utilizzato un intervallo di confidenza al 99%, ragionamento contrario può essere fatto nel caso di una maggiore propensione al rischio.

Il secondo parametro essenziale per l'implementazione del VaR è l'orizzonte temporale. La misura del VaR è espressa in termini giornalieri, ciò evidenzia che dato un orizzonte temporale prolungato questo comporterà una maggiore volatilità e di conseguenza una più elevata soglia del VaR. La scelta dell'orizzonte temporale dipende dal grado di liquidità del mercato (dalla profondità dello stesso) e dal periodo di detenzione delle posizioni a seconda se si tratti di investimenti di lungo periodo o speculativi.

Infine, altro parametro necessario per l'utilizzo del VaR è la volatilità o deviazione standard. Tale fattore è stimabile tramite tecniche basate su osservazioni storiche (backward looking), modelli di inferenza statistica (modelli GARCH) o di volatilità implicita (forward looking). Come specificato precedentemente, essendo il

VaR una misura espressa in termini giornalieri, si serve di una relazione in grado di trasformare l'orizzonte giornaliero in uno di più lungo periodo. Tale relazione prende il nome di indipendenza seriale dei rendimenti dei fattori di mercato e viene espressa:

$$\sigma_t = \sigma_g * \sqrt{T}$$

[35]

Se per esempio, volessimo calcolare la volatilità su un orizzonte di 10 giorni, basterebbe il semplice prodotto tra la volatilità giornaliera (1%) e la radice quadrata dell'orizzonte in questione (10 giorni).

$$\sigma_{10\text{giorni}} = 1\% * \sqrt{10} = 3,16\%$$

[36]

3.3.1. Il Value at Risk parametrico

Il VaR parametrico secondo l'approccio varianza-covarianza o delta-normal si basa sull'assunzione che i fattori di rischio x_i si distribuiscano secondo una normale con media μ e deviazione standard σ come indice di volatilità. Con riferimento all'IRRBB, i fattori di rischio sono costituiti dai tassi della struttura dei rendimenti a termine y_i ed in particolare dalle loro variazioni rappresentative dello shock a cui viene sottoposto lo strumento o il portafoglio. Per semplificare il calcolo dei valori di shock associati ai diversi percentili la distribuzione può essere standardizzata in modo da ottenere una normale standardizzata con media nulla e deviazione standard unitaria. La funzione di ripartizione cumulata può essere individuata sulla tavola della distribuzione Normale.

Il VaR di una singola posizione sarà dato da:

$$\text{VaR} = \text{VM} \cdot \delta \cdot z_a \cdot \sigma$$

[37]

Dove:

VM= Valore di mercato della posizione

δ = coefficiente di sensibilità lineare al fattore di rischio (modified duration)

z_a = valore della funzione di ripartizione Normale standardizzata associato ad un determinato intervallo di confidenza

σ = volatilità (standard deviation delle variazioni dei tassi)

Supponiamo di possedere un'obbligazione con valore di mercato 100, una modified duration pari a 5, un intervallo di confidenza al 99% e una volatilità giornaliera dell'1%. La perdita massima giornaliera corrispondente al livello di confidenza scelto sarà dato da:

$$\text{VaR} = 100 \cdot 5 \cdot 2,33 \cdot 1\% = 11,65$$

Dove z_a è pari a 2,33 (valore associato all'intervallo di confidenza del 99%), 1% è volatilità dello shock (deviazione standard della distribuzione degli shock dove nel caso in cui si assuma una media nulla).

Nel caso di rischio di tasso di interesse e quindi di potenziali variazioni avverse dei tassi di interesse che possano andare a impattare negativamente sul valore del patrimonio e sul margine di interesse, è possibile stimare il VaR anche in un'ottica di portafoglio. Viene considerato il rischio di un portafoglio di più posizioni prendendo in considerazione non solo le volatilità ma anche le covarianze (e quindi le correlazioni) dei fattori di rischio. Il VaR di un portafoglio composto da due posizioni sarà quindi dato da:

$$\text{VaR}_p = \sqrt{\text{VaR}_i^2 + \text{VaR}_j^2 + 2 \cdot \text{VaR}_i \cdot \text{VaR}_j \cdot \rho_{i,j}}$$

[38]

dove:

VaR_i = è il VaR della prima posizione

VaR_j = è il VaR della seconda posizione

$\rho_{i,j}$ = è la correlazione delle due posizioni

Tuttavia, nel caso in cui, le posizioni detenute in portafoglio dovessero essere superiori a due, sarà necessario usufruire di un'altra formula per la stima del VaR di un portafoglio, andando ad analizzare tutte le correlazioni esistenti tra i VaR delle singole posizioni.

$$\text{VaR}_p = \sqrt{\sum \sum \text{VaR}_i \cdot \text{VaR}_j \cdot \rho_{i,j}}$$

[39]

3.3.2. Il Value at Risk di simulazione

I modelli di simulazione sono stati ideati per superare alcuni dei problemi legati all'approccio varianza-covarianza o approccio parametrico. Tali modelli non si limitano solamente a derivare il VaR partendo da parametri quali la media (μ) e la deviazione standard (σ) della distribuzione dei fattori di mercato ma prevedono un approccio più dispendioso in termini di tempo e capacità di calcolo. Si procede simulando un vasto numero di potenziali scenari circa la possibile evoluzione futura dei mercati e studiando su tali scenari gli effetti che le variazioni dei fattori di mercato possono produrre. Tali modelli sono caratterizzati da tre elementi: il ricorso alla full valuation, la logica del percentile e una maggiore flessibilità nel modellare i fattori di mercato.

Andando per ordine, per full valuation si intende la pratica per cui il valore di mercato del portafoglio del quale si intende calcolare il VaR viene completamente ricalcolato tramite opportune formule di pricing sulla base dei fattori di mercato simulati. Se si considera un'ottica di portafoglio l'approccio di simulazione richiede

la conoscenza di corrette e specifiche formule di pricing per ciascuno dei titoli presenti nel portafoglio. Qualora le formule di pricing utilizzate risultassero corrette, permetteranno di calcolare il VaR in maniera non approssimativa ma molto precisa. Nonostante vengano applicati contemporaneamente, l'approccio della simulazione e della full valuation sono due meccanismi distinti. La simulazione ha lo scopo di generare possibili valori futuri dei fattori di rischio, mentre, la full valuation ha il compito di tradurre tali valori nel corrispondente valore futuro del portafoglio della banca. La seconda caratteristica dei modelli di simulazione riguarda la determinazione del livello di confidenza definita in questo caso 'logica del percentile'. Il VaR viene stimato tagliando la distribuzione empirica in corrispondenza del percentile associato al livello di confidenza considerato. Se per esempio, date 1000 simulazioni dei fattori di mercato, il VaR al 95% verrà calcolato prendendo il quinto percentile (cioè la cinquantesima osservazione partendo dalla peggiore) e calcolato come differenza tra tale valore e il valore corrente del portafoglio. Infine, l'approccio di simulazione non richiede di definire a priori la normalità della distribuzione, ma può assumere qualunque forma della distribuzione. Questa caratteristica spiega il motivo per cui tale approccio venga definito non parametrico e maggiormente flessibile. Infatti, a parità di dati, le simulazioni storiche e l'approccio parametrico conseguiranno risultati differenti. Assumendo che la distribuzione non sia normale ma sia caratterizzata da code più spesse, l'approccio delle simulazioni storiche, a parità di intervallo di confidenza, produrrà una stima del VaR maggiore.

In un modello di simulazione storica si ipotizza che le potenziali variazioni dei fattori di mercato siano rappresentate dalla loro distribuzione empirica storica nonché dalle variazioni registrate in un periodo passato. Più semplicemente si ipotizza che la distribuzione dei fattori rischio rimanga stabile nel tempo cosicché ciò che si è verificato in passato rappresenti una guida affidabile per prevedere i movimenti futuri.

I passaggi per la stima del VaR secondo l'approccio delle simulazioni storiche possono essere riassunti in 5 step:

1. selezione di un campione di rendimenti dei fattori di mercato relativo ad un periodo passato (per esempio, 1 anno fa);
2. rivalutazione delle singole posizioni o del portafoglio di strumenti tramite la full valuation;
3. ricostruzione della distribuzione empirica ordinando le osservazioni dalla peggiore alla migliore;
4. taglio della distribuzione in corrispondenza del percentile associato al livello di confidenza desiderato;
5. stima del VaR come differenza tra il percentile ricavato dallo step 4 e il valore corrente del portafoglio

Rientra nel novero del VaR storico anche il c.d. approccio ibrido. Tale approccio, come si può intuire dal nome, combina in un unico modello i pregi dell'approccio varianza-covarianza e i pregi delle simulazioni storiche. In particolare, combina l'utilizzo di ponderazione esponenziali decrescenti grazie alle quali è possibile attribuire un maggior peso e significato alle osservazioni più recenti piuttosto che a quelle distanti nel tempo, al vantaggio delle simulazioni storiche di non formulare alcuna ipotesi relativa alla forma della distribuzione dei rendimenti. L'obiettivo dell'utilizzo dell'approccio ibrido è quello di utilizzare una serie storica numerosa ma allo stesso tempo attribuire un peso più elevato ai dati che risultano più vicini nel tempo assegnando ad ogni osservazione passata una ponderazione tanto maggiore quanto più recente è la stessa osservazione.

Tramite questo approccio, si ottiene il VaR tagliando la distribuzione empirica in corrispondenza non del percentile desiderato, ma di un valore a cui è associata una ponderazione cumulata corrispondente al livello di confidenza.

3.3.3. Il Value at Risk Monte Carlo

L'approccio di simulazione Monte Carlo è basato sulla generazione di dati casuali, dove, partendo da un campione di osservazioni passate si stimano i parametri di una particolare distribuzione di probabilità dalla quale verranno estratti gli X valori simulati per il fattore/i di rischio. Questa tecnica permette di generare una quantità di valori superiore al numero di osservazioni presente nel campione. Il metodo Monte Carlo è utilizzato per stimare il valore atteso di una funzione di una o più variabili aleatorie, in quanto, partendo da una distribuzione teorica, si procede a simulare un numero elevato di volte l'evoluzione di una variabile di rischio tramite la quale si andrà a ricalcolare il valore di mercato della singola posizione. Una volta ottenuta la distribuzione di probabilità delle variazioni del valore di mercato delle posizioni, il VaR viene stimato applicando la logica del percentile.

La stima del VaR tramite l'approccio Montecarlo si compone di 5 fasi:

1. la scelta della distribuzione di densità di probabilità $f(r)$: questo step può risultare difficile, poichè, se la distribuzione non rappresenta correttamente le possibili evoluzioni future anche gli scenari generati risulteranno irrealistici e porteranno a stime del VaR errate;
2. stima dei parametri della distribuzione f (quali la media, la deviazione standard, asimmetria, ecc.);
3. simulazione di X scenari per il fattore di mercato: il metodo più frequentemente utilizzato per la simulazione degli scenari è basato su due 'ingredienti'¹⁵: l'inversa della funzione di ripartizione associata ad f , indicata con $F^{-1}(p)$ e una serie di X estrazioni casuali da una distribuzione uniforme con valori compresi nell'intervallo $[0,1]$. Successivamente è necessario estrarre un valore p dalla distribuzione uniforme e calcolare il valore associato r grazie alla relazione

$$r = F^{-1}(p) = N^{-1}(p; \mu, \sigma) = \mu + N^{-1}(p) * \sigma = \mu + v * \sigma$$

Generando un valore v distribuito secondo una normale standard, lo andremo a sostituire a $N^{-1}(p)$, ricordando che tale valore v può essere ottenuto da una variabile r come: $v = \frac{r - \mu}{\sigma}$;

4. calcolo della variazione del valore della posizione in corrispondenza di ognuno degli scenari simulati;
5. taglio della distribuzione in corrispondenza del percentile associato al livello di confidenza desiderato.

¹⁵ *Rischio e valore nelle banche*, edizione del 2008 di A. Resti e A. Sironi

Quando si passa da una singola posizione a un portafoglio la stima del VaR richiede di tenere in considerazione la struttura delle correlazioni fra i rendimenti dei fattori, in quanto il metodo Monte Carlo, diversamente dalle simulazioni storiche, non è in grado di catturare tali correlazioni. Se ci si limita a simulare gli scenari in modo indipendente per ogni fattore di mercato, aumenterebbe il rischio che i fattori risultino incorrelati. Rispetto al procedimento utilizzato per una singola posizione, le prime tre fasi andranno modificate come segue, mentre la quarta e la quinta rimarranno invariate:

1. scelta della distribuzione di densità di probabilità congiunta $f(r_1, \dots, r_m)$ che sia in grado di descrivere le possibili variazioni dei fattori di mercato. Si stima la matrice varianze-covarianze Σ dei rendimenti dei fattori di mercato che ha sulla diagonale le varianze degli m fattori;
2. stima dei parametri della distribuzione come media, varianza, covarianza, ecc. La matrice varianze-covarianze Σ , tramite la scomposizione di Cholesky¹⁶, viene scomposta in due matrici A e A^T che sono una il trasposto dell'altra. $A^T A = \Sigma$
3. simulazione degli scenari per gli m fattori di mercato. Come per il terzo step del metodo per una singola posizione, per ottenere il vettore r nella versione multivariata si applicherà la formula:
 $r = A^T * v + \mu$ dove v è un vettore contenente gli m valori e μ rappresenta il vettore degli m rendimenti dei fattori di mercato. Il vettore r ottenuto sarà soltanto uno degli X scenari necessari per costruire la distribuzione dei valori futuri del portafoglio e lo denomineremo per esempio r_1 . Quindi, rieseguendo il procedimento tramite quest'ultima formula potremo ottenere tutti gli altri scenari fino a r_n
4. calcolo della variazione del valore della posizione in corrispondenza di ognuno degli scenari simulati;
5. taglio della distribuzione in corrispondenza del percentile associato al livello di confidenza desiderato.

Tale metodo pur risultando più efficiente di altre procedure per il calcolo del valore economico, richiede uno sforzo enorme sia in termini di tempo che di risorse informatiche a disposizione.

4. Metodologie standardizzate di Banca d'Italia: l'Allegato C sul valore economico e l'allegato C-bis sul margine di interesse

Banca d'Italia fornisce linee guida metodologiche per la realizzazione di un sistema volto a misurare il rischio tasso delle attività, delle passività e delle voci fuori bilancio sensibili alle variazioni dei tassi sia in termini di variazione del valore economico che in termini di variazione del margine di interesse. In questo paragrafo analizzeremo l'Allegato C, un documento che si concentra esclusivamente sulle variazioni del valore

¹⁶ *RiskMetrics – Technical Document* di J.P.Morgan e Reuters, 1996

economico. Il modello fornito da Banca d'Italia non è un modello standardizzato nel senso normativo del termine ma un metodo semplificato che le banche possono utilizzare per misurare l'esposizione al rischio tasso a fini ICAAP. L'applicazione di tale metodologia dovrà essere valutata dalla banca sulla base del proprio modello di business sia a livello individuale che consolidato. Il documento in questione per la misurazione dell'esposizione al rischio di tasso di interesse del portafoglio bancario è stato definito per la prima volta nel Titolo III, Capitolo 1, Allegato C della Circolare n.285 di dicembre 2013. Oggi, undici anni dopo la sua prima pubblicazione, il testo originale ha subito numerosi aggiornamenti; uno degli ultimi risale al 18 giugno 2024, data nella quale è stata emanata la quarantottesima versione della Circolare n.285.

Gli aggiornamenti introducono criteri affini e coerenti con il livello di sofisticazione definito dalla normativa europea completando il recepimento degli Orientamenti EBA in materia di IRRBB (EBA/GL/2022/14).

Il procedimento emanato da Banca d'Italia si articola in 5 diverse fasi:

1. Determinazione delle “valute rilevanti”. Con questa accezione si intendono le valute il cui peso misurato come quota sul totale attivo oppure sul passivo del portafoglio bancario sia superiore al 5%. La metodologia di calcolo dell'esposizione al rischio tasso definisce che le posizioni in ‘valute rilevanti’ vengono considerate valuta per valuta, mentre le posizioni in “valute non rilevanti” se considerate nel perimetro di valutazione vengono aggregate.
2. Classificazione delle attività e delle passività in fasce temporali. Le attività e le passività a tasso fisso sono classificate in 19 fasce temporali in base alla loro vita residua, mentre le poste a tasso variabile vengono catalogate nelle diverse fasce temporali in base alla data di rinegoziazione del tasso di interesse. Alcune attività e passività vengono classificate nello scadenzario tenendo conto di caratteristiche e criteri differenti. È il caso dei c/c attivi, classificati nella fascia "a vista" e della somma dei c/c passivi e dei depositi liberi da ripartire in ‘core’ e ‘no-core’ a seconda delle controparti e delle tipologie di depositi in: retail transactional, retail non transactional e wholesale non financial. Vengono specificati criteri di classificazione anche per i prestiti a tasso fisso esposti al rischio di rimborso anticipato (prepayment) e per i depositi a termine a tasso fisso esposti al rischio di riscatto anticipato (early redemption).
3. Determinazione delle esposizioni nette ponderate per fascia. Per ogni fascia temporale, le posizioni attive e passive vengono moltiplicate per fattori di ponderazione ottenuti come prodotto tra una variazione ipotetica dei tassi¹⁷ e una approssimazione della duration modificata¹⁸ relativa alle singole

¹⁷ le variazioni ipotizzate dai tassi sono determinate sulla base di scenari prescelti dalla banca seguendo le indicazioni contenute nel documento *EBA/GL/2022/14*, anche più severi della variazione parallela di ± 200 punti base e degli scenari prudenziali di shock applicati ai tassi di interesse

¹⁸ la duration modificata approssima la sensibilità del valore economico di una posizione ricadente in una fascia rispetto alle variazioni del tasso di interesse di fascia

fasce. Lo schema da utilizzare per il calcolo dei fattori di ponderazione è visibile nella Tabella 2 sotto riportata.

Tabella 2. Fattori di ponderazione di Banca d'Italia

Fascia temporale	Scadenza mediana per fascia	Duration modificata approssimata (A)	Shock di tasso ipotizzato (B)	Fattore di ponderazione (C)=(A)x(B)
A vista e revoca	0	cfr. Tabella 2		
fino a 1 mese	0,5 mesi	cfr. Tabella 2		
da oltre 1 mese a 3 mesi	2 mesi	cfr. Tabella 2		
da oltre 3 mesi a 6 mesi	4,5 mesi	cfr. Tabella 2		
da oltre 6 mesi a 9 mesi	7,5 mesi	cfr. Tabella 2		
da oltre 9 mesi a 1 anno	10,5 mesi	cfr. Tabella 2		
da oltre 1 anno a 1,5 anni	1,25 anni	cfr. Tabella 2		
da oltre 1,5 anni a 2 anni	1,75 anni	cfr. Tabella 2		
da oltre 2 anni a 3 anni	2,5 anni	cfr. Tabella 2		
da oltre 3 anni a 4 anni	3,5 anni	cfr. Tabella 2		
da oltre 4 anni a 5 anni	4,5 anni	cfr. Tabella 2		
da oltre 5 anni a 6 anni	5,5 anni	cfr. Tabella 2		
da oltre 6 anni a 7 anni	6,5 anni	cfr. Tabella 2		
da oltre 7 anni a 8 anni	7,5 anni	cfr. Tabella 2		
da oltre 8 anni a 9 anni	8,5 anni	cfr. Tabella 2		
da oltre 9 anni a 10 anni	9,5 anni	cfr. Tabella 2		
da oltre 10 anni a 15 anni	12,5 anni	cfr. Tabella 2		
da oltre 15 anni a 20 anni	17,5 anni	cfr. Tabella 2		
oltre 20 anni	22,5 anni	cfr. Tabella 2		

Mentre per il calcolo della duration modificata approssimata, in ipotesi di tassi di rendimento crescenti, basti fare riferimento alla Tabella 3 sotto riportata.

Tabella 3. Duration modificata approssimata in anni di Banca d'Italia.

Tavola 2 - Duration modificata approssimata (in anni)						
Fascia temporale	Tasso di rendimento					
	0,50%	1,00%	2,00%	3,00%	4,00%	5,00%
A vista e revoca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
fino a 1 mese	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
da oltre 1 mese a 3 mesi	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16
da oltre 3 mesi a 6 mesi	0,37	0,37	0,37	0,36	0,36	0,36
da oltre 6 mesi a 9 mesi	0,62	0,62	0,61	0,61	0,60	0,60
da oltre 9 mesi a 1 anno	0,87	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83
da oltre 1 anno a 1,5 anni	1,24	1,23	1,21	1,19	1,16	1,15
da oltre 1,5 anni a 2 anni	1,74	1,72	1,70	1,67	1,65	1,62
da oltre 2 anni a 3 anni	2,47	2,45	2,39	2,34	2,29	2,25
da oltre 3 anni a 4 anni	3,45	3,41	3,32	3,23	3,15	3,07
da oltre 4 anni a 5 anni	4,43	4,36	4,22	4,09	3,97	3,85
da oltre 5 anni a 6 anni	5,40	5,30	5,11	4,93	4,76	4,60
da oltre 6 anni a 7 anni	6,36	6,23	5,98	5,74	5,52	5,31
da oltre 7 anni a 8 anni	7,33	7,16	6,84	6,53	6,25	5,99
da oltre 8 anni a 9 anni	8,28	8,07	7,67	7,30	6,95	6,63
da oltre 9 anni a 10 anni	9,23	8,98	8,49	8,04	7,63	7,25
da oltre 10 anni a 15 anni	12,06	11,64	10,86	10,15	9,50	8,92
da oltre 15 anni a 20 anni	16,68	15,90	14,50	13,27	12,18	11,21
oltre 20 anni	21,18	19,96	17,80	15,96	14,38	13,01

Infine, per ogni fascia temporale, le posizioni attive vengono compensate e sottratte con quelle passive, ottenendo in tal modo la posizione netta (PN).

- Somma delle esposizioni ponderate delle diverse fasce. Vengono sommate le esposizioni ponderate nelle diverse fasce al fine di ottenere l'esposizione ponderata netta.
- Aggregazione delle esposizioni nelle diverse valute. Le esposizioni relative alle 'valute rilevanti' e 'valute non rilevanti'¹⁹ vengono sommate tra loro. Ciò per ottenere la variazione del valore economico a fronte dello scenario di variazione di tassi in questione.

¹⁹ le aggregazioni negative vengono ponderate con un fattore del 50%

Una volta analizzato il metodo proposto da Banca d'Italia per la misurazione del valore economico, possiamo porre la nostra attenzione sull'Allegato C-bis che definisce le linee guida metodologiche per la misurazione del margine di interesse con riferimento alle attività, alle passività e alle voci fuori bilancio non appartenenti al portafoglio di negoziazione. Nel testo originale 'Disposizioni di vigilanza per le banche' Circolare n.285 del dicembre 2013, diversamente dall'Allegato C, non vi era alcun riferimento ad una metodologia per il margine di interesse del banking book. Solo nell'Aprile 2020, in seguito al trentaduesimo aggiornamento della Circolare n.285, si inizia a parlare per la prima volta dell'Allegato C-bis. In concomitanza con la metodologia applicata alla misurazione del valore economico, si evidenzia la pubblicazione della quarantaquattresima versione del documento, risalente al 18 giugno 2024.

Come per l'allegato precedente, viene specificato che l'applicazione di questa metodologia deve essere affine al modello di business dell'ente creditizio. Il procedimento per l'applicazione di tale metodologia sia articola in 7 diversi step:

1. Scelta dell'orizzonte temporale T. L'applicazione metodologica deve essere compresa in un periodo non inferiore ai 12 mesi e non superiore ai 3 anni.
2. Determinazione delle 'valute rilevanti'. Questo step riprende esattamente quanto già definito nel primo step dell'Allegato C in riferimento alle 'valute rilevanti' ed alle 'valute non rilevanti'.
3. Classificazione delle attività e delle passività in fasce temporali e determinazione dell'esposizione netta per fascia. Anche questo è step riprende quanto specificato nell'allegato C, infatti le poste a tasso fisso devono essere classificate in 19 fasce temporali in base alla loro vita residua, mentre, quella a tasso variabile verranno catalogate sulla base della data di rinegoziazione del tasso. Le poste, in base ad ipotesi di stabilità o meno, verranno divise rispettivamente in 'core' e 'no-core' prima di essere classificate nella tabella delle diverse fasce temporali. Vengono evidenziati specifici criteri per i c/c attivi e passivi, i prestiti a tasso fisso a rischio prepayment, i depositi a tasso fisso a rischio early redemption e tutti quegli strumenti derivati (in particolare le opzioni) il cui esercizio dipende dalla volontà dei clienti. Infine, per ogni fascia temporale, alle posizioni attive vengono sottratte quelle passive per ottenere le posizioni nette.
4. Determinazione delle esposizioni nette ponderate per fascia. Il fattore di ponderazione viene ottenuto come prodotto tra l'ipotetica variazione dei tassi e il peso dato dalla differenza tra l'orizzonte temporale T e la scadenza media per fascia²⁰. Una volta stimato il fattore di ponderazione per fascia temporale questo viene moltiplicato per le posizioni nette al fine di ottenere le esposizioni ponderate. A fini

²⁰ questa differenza rappresenta il periodo intercorrente da oggi fino alla scadenza o data di revisione del tasso di una posizione. Il peso temporale per la fascia a vista Unico con un fattore moltiplicativo pari a 1.

esemplificativi, Banca d'Italia ha reso pubblica la Tabella 4 sottostante per il calcolo dei fattori di ponderazione in caso di scenari paralleli di ± 200 punti base su un orizzonte temporale di un anno.

Tabella 4. Schema per il calcolo dei fattori di ponderazione.

Fascia di Vita Residua	Scadenza media per fascia (A = s(j))	Peso temporale per fascia (B = T - s(j))	Shock di Tasso ipotizzato (C)	Fattore di Ponderazione (D = B x C)	Posizione Netta per fascia (E)	Variation e margine di interesse fascia (F = D x E)
A vista e revoca	-	1	+/- 200 punti base	+/- 2 %		
fino a 1 mese	0,04	0,96	+/- 200 punti base	+/- 1,92 %		
da oltre 1 mese a 3 mesi	0,17	0,83	+/- 200 punti base	+/- 1,66 %		
da oltre 3 mesi a 6 mesi	0,38	0,62	+/- 200 punti base	+/- 1,24 %		
da oltre 6 mesi a 9 mesi	0,63	0,37	+/- 200 punti base	+/- 0,75 %		
da oltre 9 mesi a 1 anno	0,88	0,12	+/- 200 punti base	+/- 0,24 %		

Variation e margine di interesse Totale	$\sum F(j)$
--	-------------

- Somma delle esposizioni ponderate nelle diverse fasce. Per determinare l'esposizione complessiva, è necessario sommare le esposizioni relative a ogni fascia temporale, o in parole più semplici aggiungere tra di loro tutti i valori della colonna F della Tavola appena illustrata. In questo modo si ottiene la variazione del margine di interesse a fronte dello scenario dei tassi di interesse.
- Aggregazione delle esposizioni nelle diverse valute. Tutte le esposizioni relative alle 'valute rilevanti' e all'aggregato delle 'valute non rilevanti' vengono sommate tra loro in modo da ottenere un valore che rappresenti la variazione del margine di interesse nell'orizzonte temporale considerato.
- Calcolo delle variazioni del valore di mercato. Le banche possono applicare la metodologia prevista per il valore economico limitatamente alle poste valutate al *fair value* classificate in un orizzonte temporale più ristretto.

1. Risk Option: le opzioni automatiche e comportamentali

Il rischio di opzione, uno delle tre sottocomponenti nel rischio tasso di interesse (Interest rate risk of Banking Book - IRRBB), viene definito dalle Guidelines (EBA/GL/2022/14) dell'Autorità Bancaria Europea (EBA) come quel rischio derivante da opzioni automatiche e comportamentali in cui è possibile modificare la tempistica dei flussi di cassa al verificarsi di alcune condizioni. È un elemento cardine per la gestione, la misurazione e il monitoraggio dell'IRRBB e come tutto ciò concernente il rischio tasso è strettamente correlato a variazioni avverse dei tassi di interesse.

Per definizione, l'opzione è quel tipo di contratto che conferisce al detentore la facoltà (non l'obbligo) di acquistare, vendere o modificare il flusso monetario di uno strumento o contratto derivato. In questo preciso contesto, il rischio di opzione può essere riferito a mismatching tra scadenze contrattuali o comportamentali con conseguente impatto sui flussi di cassa previsti.

È possibile fare una netta distinzione tra i contratti che incorporano automaticamente il rischio di opzione e quelli che vengono influenzati da scelte comportamentali del cliente. Infatti, rientrano nel novero delle opzioni automatiche (o esplicite) quei contratti che, al verificarsi di determinate condizioni legate ai tassi di interesse, vengono esercitati dal cliente in presenza di una convenienza finanziaria. Questi tipi di opzioni, coerentemente con gli standard di Basilea e le linee guida EBA, devono essere presi in considerazione al fine della stima del valore economico e del margine di interesse. Rientrano nell'insieme delle opzioni esplicite, tutti quei contratti separati ed embedded. I primi, sono i tipici contratti di opzione negoziati in borsa e sui mercati over-the-counter (OTC) tipici del banking book (es. interest rate cap, interest rate floor e interest rate collar), mentre, quelli di tipo incorporato (o embedded) comprendono dei prodotti con delle opzioni all'interno del contratto stesso. Tipico esempio di un contratto embedded può essere l'accensione di un mutuo con interest rate cap per proteggere l'immobile da variazioni al rialzo dei tassi, poiché questa non viene intesa come un'opzione vera e propria ma è 'incorporata' al principale contratto che ha una natura separata (in questo caso è il mutuo il contratto principale).

I contratti tipici di opzione, vengono definiti automatici, perché il cliente li esercita automaticamente non appena abbia interesse finanziario nel farlo. Tra questi tipi di opzioni, i più diffusi nel mondo bancario sono indubbiamente gli interest rate cap e gli interest rate floor.

Gli interest rate cap hanno l'obiettivo di rendere favorevole la situazione del mutuatario in un contesto di aumento dei tassi variabili, fissando il tetto massimo dell'indebitamento e sfruttando andamenti a ribasso dei tassi di mercato. Queste opzioni funzionano esattamente come le call option e le put option europee, con la

sola differenza che l'attenzione è incentrata esclusivamente sui tassi di interesse. Infatti, sono un derivato in cui l'acquirente riceve i pagamenti nel caso in cui il tasso di interesse superi lo strike price concordato, ma non riceve nulla in ogni altro possibile scenario. Il cliente che acquista un cap beneficerà di un aumento dei tassi di interesse al di sopra del prezzo di esercizio, per questo tale contratto derivato può essere paragonato ad una call option su un determinato sottostante. Tale ragionamento verrà fatto in maniera diametralmente opposta nel caso di un interest rate floor e sarà paragonabile ad una put option.

La normativa regolamentare invita le istituzioni finanziarie a dotarsi di adeguati modelli per la misurazione del rischio delle poste la cui scadenza di fatto potrebbe essere diversa da quella contrattuale (o per le quali non vi è espressa scadenza contrattuale)²¹. Nelle misurazioni di rischio di tasso risulta essenziale che le banche si dotino di adeguati modelli comportamentali di rappresentazione sia per quelle categorie di strumenti che presentano profili rischio diversi da quelli contrattualmente previsti (e.g. raccolta contrattualmente a vista "Non Maturity Deposits – NMDs", quali i conti correnti con finalità transazionale) sia per le opzioni implicite in alcuni strumenti tipici del portafoglio di banking book (e.g. facoltà di estinzione anticipata nei mutui).

I mutui/prestiti a tasso fisso sono degli strumenti soggetti a rischio di rimborso anticipato in quanto, ad esempio, una decrescita dei tassi può accelerare la facoltà di rimborso anticipato in capo ai clienti. Inoltre, coerentemente a quanto previsto dalla normativa regolamentare devono essere stimati e applicati alle metriche di rischio di tasso di interesse del banking book i parametri che consentano di misurare la diversa intensità di prepayment nei diversi scenari. Tale fenomeno espone l'azienda al rischio di tasso (overhedge), al rischio liquidità (overfunding) e al rischio di mispricing (nella definizione del tasso cliente o nelle cessioni/acquisti di asset).

I NMDs sono un particolare tipo di depositi validi a revoca e quindi soggetti all'eventuale rischio per la banca di ritiro anticipato da parte dei clienti che hanno versato le somme.

La modellizzazione di tale fenomeno consente una sua rappresentazione finanziaria che rifletta adeguatamente le caratteristiche comportamentali di stabilità delle masse e di reattività parziale e ritardata alle variazioni dei tassi di mercato.

2. Rischio tasso sulle poste comportamentali: il prepayment sui mutui e introduzione alla Survival Analysis

Come già affermato nel paragrafo precedente, il rischio insito nelle poste comportamentali deriva dalle variazioni inattese dai tassi di interesse che possono influenzare un cambiamento nel comportamento del

²¹ BCBS "Standards – Interest rate risk in the banking book" Aprile 2016 e EBA "Final Report – Guidelines on the management of interest rate risk arising from non-trading activities", Ottobre 2022.

cliente, come ad esempio il diritto del mutuatario di rimborsare anticipatamente (early redemption) un finanziamento.

Un cliente a seconda dei propri bisogni può accendere un mutuo per comprare un immobile (abitazione, box auto, ecc.), che non è altro che un contratto di finanziamento, che prevede il trasferimento di denaro da un soggetto mutuante (banca) ad uno mutuatario (cliente) per acquistare una proprietà con l'obbligo di restituzione del denaro entro una certa data stabilita. Come in ogni contratto verranno definite le condizioni di tempo, le condizioni di debito ed in particolare quelle relative ai tassi di interesse.

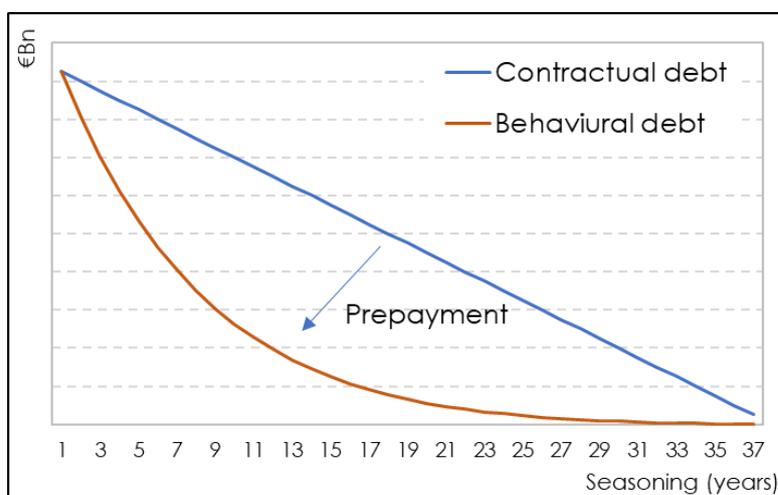
A seconda del tasso di interesse utilizzato si può distinguere tra due tipologie di mutui:

- mutuo a tasso fisso: viene stabilito il tasso alla data di stipula del contratto e rimane invariato per tutta la durata dello stesso;
- mutuo a tasso variabile: il tasso utilizzato dipende dai tassi di mercato, per l'Eurozona viene indicizzato all'Euribor più uno spread.

In riferimento a questo tipo di contratto deve essere fatta un'importante specifica legata ad un decreto emanato nel 2007, il c.d. 'decreto Bersani', che dal 2 febbraio dello stesso anno di emanazione ha eliminato le penali per coloro che estingueranno anticipatamente i mutui rendendo possibile la surroga a costo zero per l'intestatario del mutuo, in grado ora di trasferire il proprio mutuo da un istituto di credito ad un altro in presenza di condizioni favorevoli nel farlo. I mutuatari hanno la possibilità di estinguere il mutuo anticipatamente in tre diversi modi: estinzione totale, estinzione parziale e tramite il trasferimento del mutuo da una banca ad un'altra senza costi aggiuntivi (surroga passiva).

Dal punto di vista delle banche la possibilità di un rimborso anticipato del prestito può influire sulla pianificazione e gestione dei rischi ma anche sugli utili. È importante tenere conto di tale rischio sia nell'ambito IRRBB ma anche per quello di gestione della liquidità.

Figura 3. Accelerazione del profilo contrattuale del portafoglio mutui per effetto del prepayment



Al fine di rappresentare correttamente il fenomeno, per i mutui vengono utilizzate tecniche statistiche in grado di misurare la probabilità di estinzione anticipata (prepayment) e misurare l'impatto che tale azione possa riflettere sui flussi di cassa futuri.

A seconda della propria condizione economico-finanziaria un cliente può decidere il momento in cui estinguere il mutuo, attendendo certamente un periodo di tassi favorevole per svolgere l'operazione. Con l'aumento dei tassi di interesse i modelli di prepayment prevederanno un numero minore di pagamenti anticipati (mutui a tasso fisso) poiché i clienti non saranno interessati a scambiare il mutuo attuale con un altro a condizioni di tasso di interesse più elevato. Situazione opposta si verificherà nel caso di un ribasso dei tassi, in quanto i clienti rifinanzieranno i propri prestiti cercando di estinguerli ad un tasso inferiore.

Un approccio semplificato per la modellizzazione è il Constant Prepayment Rate (CPR), che prevede l'utilizzo di un coefficiente costante di accelerazione dei rimborsi dei prestiti, rispetto a quanto contrattualmente previsto.

Il CPR, quindi, viene stimato sulla base di tassi storici di rimborso anticipato, tramite la seguente formula:

$$CPR = 1 - (1 - SMM)^{12} \quad [40]$$

$$SMM = \frac{Q_{n-1} - Q_n}{Q_{n-1}} \quad [41]$$

dove SMM sta per single monthly mortality ed è definito come il rapporto tra pagamento anticipato previsto in un mese $Q_{n-1} - Q_n$ e il saldo del capitale alla fine del mese precedente Q_{n-1} .

In sintesi, il CPR è la percentuale di capitale che si presume venga rimborsata in anticipo ogni anno calcolato tramite un approccio di media storica considerando un intervallo temporale molto ampio in grado di coprire l'intero ciclo economico del fenomeno. Per la stima del CPR sarà importante definire la mortalità in un solo mese (SMM), corrispondente alla percentuale effettiva di pagamento anticipato per un mese. La formula sopra utilizzata per la stima del CPR va ad evidenziare la relazione esistente con l'SMM. Quest'ultimo parametro rappresentando la percentuale di pagamento anticipato mensile, spiega la necessità di annualizzare tale valore per ottenere l'orizzonte temporale di 1 anno.

Un altro modello utilizzato per studiare rimborso anticipato è il Public Security Association (o PSA). Tale strumento presuppone che all'accensione del mutuo la propensione al rimborso anticipato sia relativamente bassa ma col passare del tempo andrà ad aumentare tenendo sempre sotto controllo l'andamento dei tassi di interesse. Per esempio, in quello che viene definito '100% PSA' il tasso di pagamento anticipato aumenta linearmente e costantemente dello 0,2% al mese per le prime 30 mensilità, raggiungendo la soglia del 6% e rimanendo costante per la restante vita residua. Allo stesso modo un '200% PSA' vedrà aumentare mensilmente il tasso dello 0,4% fino a raggiungere la soglia del 12% al trentesimo mese.

Il PSA si serve di una curva con un orizzonte temporale di 30 mesi per andare a studiare i pagamenti anticipati verificati in passato. Anche questo valore viene stimato in percentuale e rappresenta il moltiplicatore da utilizzare per i conditional prepayment rate in ciascun periodo della curva PSA di base.

L'intensità del prepayment è dipendente dall'andamento dei tassi di interesse risultando più elevata nei periodi di discesa dei tassi e più contenuta nell'ipotesi di rialzo.

La normativa regolamentare (BCBS, EBA), infatti, suggerisce di adottare fattori moltiplicativi per i diversi scenari di shock dei tassi (EBA/GL/2015/08 "in assessing the implications of such optionality, institutions should be able to take account of the potential: (a) impacts on current and future loan prepayment speeds arising from the underlying economic environment, interest rates and competitor activity").

Il CPR per ciascuno scenario e ciascuna currency sarà stimato come:

$$CPR_{p_i,c} = \min(1, \gamma_i \cdot CPR_{p_0,c})$$

[42]

Dove $CPR_{p_0,c}$ è il tasso di rimborso anticipato di base moltiplicato per lo scenario di tassi γ_i . Infatti, la velocità di rimborso anticipato varia a seconda dello scenario dei tassi e come ben visibile della Tabella 5 sotto riportata, i moltiplicatori γ_i avranno un peso maggiore durante i periodi di riduzione dei tassi di interesse e un peso inferiore durante i periodi di aumento dei tassi di interesse.

Tabella 5. Tabella dei moltiplicatori del CPR²²

Numero dello scenario	Scenario di shock dei tassi	Moltiplicatore γ_i
1	Parallel up	0,8
2	Parallel down	1,2
3	Steepener	0,8
4	Flattener	1,2
5	Short rate shock up	0,8
6	Short rate shock down	1,2

Il prepayment dei prestiti a tasso fisso deve riflettersi sui relativi flussi di cassa che possono essere divisi in: pagamenti programmati adeguati al prepayment e pagamenti anticipati non compensati.

$$CF_{i,c}^p(k) = CF_{i,c}^s(k) + CPR_{i,c}^p \cdot NP_{i,c}(k - 1)$$

[43]

²²Supervisory review process, Interest rate risk in the banking book, Comitato di Basilea, 2019

dove $CF_{i,c}^s(k)$ si riferisce agli interessi programmati e al rimborso del capitale, $N_{i,c}^p(k-1)$ indica il capitale nazionale in circolazione nella fascia temporale $K-1$. I cash flow ai quali si applica il tasso di interesse corrente avranno $i=0$ mentre per gli altri scenari di shock di tasso i avrà un valore da 1 a 6.

Una ragione per cui questa metodologia risulta inadatta a banche di grandi dimensioni è che il CPR, essendo una media storica, risulterà mobile nel tempo e sarà necessario stimare i livelli di prepayment nei vari scenari di stress tramite l'utilizzo di altri modelli.

Ai fini rischio tasso è necessario adottare una modellizzazione che consenta di stimare la probabilità di prepayment e il tempo di manifestazione. Tale duplice esigenza viene soddisfatta adottando tecniche statistiche di survival analysis.

Tale metodologia consente di stimare una curva di sopravvivenza (o di prepayment/hazard) per ciascun mutuo tenendo conto delle sue caratteristiche finanziarie, demografiche e del contesto macroeconomico.

La survival analysis è stato un metodo di studio utilizzato nelle scienze attuariali e nella demografia a partire dal diciottesimo secolo. In tempi più recenti, si è giunti al vero significato di 'sopravvivenza' attraverso i tassi di mortalità e tramite una continua evoluzione, ad oggi può essere applicato a numerose variabili di origine economica.

Indichiamo con T il tempo a cui si verificherà il rimborso anticipato del mutuo, con CDF la cumulative distribution function che descrive la probabilità che la variabile T sia inferiore o uguale ad un valore temporale minore (t).

$$F(t) = \Pr(T \leq t) = \int_0^t f(t) dt$$

[44]

Allora la funzione di sopravvivenza potrà essere definita come:

$$S(t) = P(T > t) = 1 - F(t) = \int_t^{\infty} f(x) dx$$

[45]

$S(t)$ è una funzione di probabilità monotona decrescente poiché col passare del tempo aumenterà sempre di più la probabilità di rimborso anticipato rispetto ad un periodo iniziale di accensione del mutuo.

$S(t) \in [0,1]$ quindi evidenzia la probabilità che venga rimborsato il mutuo oltre l'istante t .

Un'altra grandezza da tenere sotto stretta osservazione in questo modello è l'hazard function, misura della possibilità di rimborso anticipato al tempo t , è un tasso espresso dal rapporto fra $f(t)$ e $S(t)$ ma non in termini probabilistici. L'hazard function, o funzione di rischio, viene denominata con $h(t)$ e può assumere valori infiniti ma non negativi $[0, \infty]$. Fornisce informazioni fondamentali all'analisi di sopravvivenza, determinando la probabilità che l'evento si verifichi in un orizzonte temporale brevissimo dopo t , a condizione che sia sopravvissuto (e quindi non ancora rimborsato) fino a T . È espressa come:

$$h(t) = \frac{f(t)}{S(t)} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0^+} \frac{P(t \leq T < t + \Delta t | T \geq t)}{\Delta t}$$

[46]

dove il denominatore Δt rappresenta un piccolissimo intervallo temporale.

L' $h(t)$ è una probabilità condizionata; infatti, tale calcolo può essere effettuato solo nel caso in cui il mutuo sia 'sopravvissuto' (censurato a destra). Maggiore è il valore di $h(t)$ maggiore risulterà il rischio di rimborso anticipato al tempo t . Ogni mutuo potrà essere caratterizzato da un hazard function che dipende dalle caratteristiche di ogni singolo mutuo/mutuatario.

Esiste una relazione tra la funzione di sopravvivenza e la funzione di rischio grazie alla quale una funzione può essere derivata dall'altra e viceversa:

$$S(t) = \exp \left[- \int_0^t h(t) dt \right] = \exp \left[- h(t) \right]$$

[47]

$$h(t) = - \frac{dS(t)/dt}{S(t)}$$

[48]

Nella survival analysis la censura viene denominata da δ , una variabile dicotomica che può assumere solo valore 0 e 1 per indicare rispettivamente se un individuo è stato censurato o no.

Quindi, avendo a disposizione la distribuzione della probabilità di sopravvivenza e i dati non censurati di interesse per l'analisi, sarà possibile stimare le curve di sopravvivenza storiche mediante la metodologia Kaplan Meyer.

Definendo con n_i il numero di osservazioni a disposizione e con d_i il numero di clienti che rimborsano al tempo t_j , allora il Kaplan Meyer estimator sarà espresso:

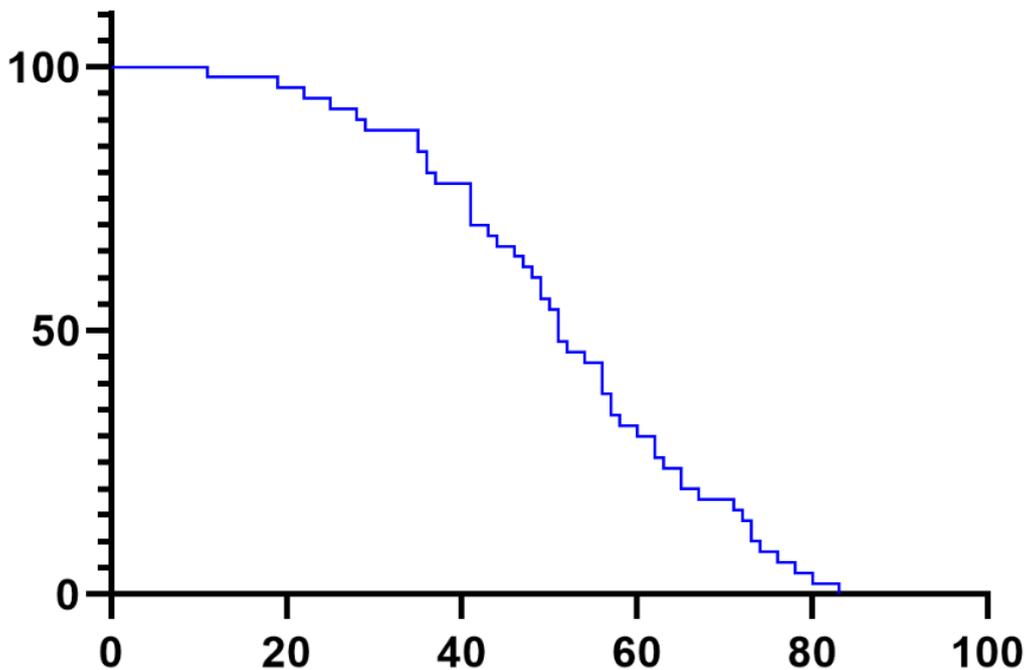
$$S(t_i) = \prod_{i=1}^j \left(1 - \frac{d_i}{n_i} \right)$$

[49]

dove, d_i / n_i è il rapporto tra i rimborsi anticipati che hanno avuto luogo in tale intervallo di tempo (misurati a partire dalla data di efficacia) rispetto ai prestiti in essere all'inizio del periodo di riferimento.

Inizialmente questo stimatore veniva utilizzato per misurare la quantità di tempo trascorso in cui un individuo è sopravvissuto; tuttavia, oggi è applicabile a numerosi tipi di studi che esaminano la relazione tempo-evento. Questa relazione può essere rappresentata graficamente attraverso una curva di sopravvivenza dove viene rappresentato il tempo trascorso sull'asse delle X e la probabilità di sopravvivenza del mutuo sull'asse delle Y; pertanto, quest'ultima cambierà nel tempo come visibile dalla Figura sotto riportata.

Figura 4. Tipica forma della distribuzione della probabilità di sopravvivenza.



La probabilità di estinzione del mutuo, prima della scadenza contrattualmente prevista, aumenterà col passare del tempo.

3. Modello di Survival Analysis di uno dei maggiori gruppi bancari italiani

Per quanto concerne la survival analysis esistono due grandi branche di modelli: parametrici e semi-parametrici. Nei campi che studiano epidemiologia, biologia, scienze attuariali e più in particolare la medicina vengono utilizzati prettamente modelli semi-parametrici (o dei rischi proporzionali) per effettuare stime di sopravvivenza, mentre nell'ambito bancario vengono adottati modelli parametrici in quanto consente di fare previsioni oltre l'orizzonte temporale annuale e quindi applicabile in modo coerente con la misurazione EVE. Per creare un modello predittivo il prepayment viene espresso come funzione di più variabili esplicative, quali:

- Demografiche (l'età del cliente, la posizione geografica del cliente e la presenza della cointestazione o meno nel contratto di mutuo, il reddito percepito)
- Macroeconomiche (spread sovrano BTP Bund 10y, tasso di inflazione, l'andamento dei tassi IRS di mercato)
- Finanziarie (la durata residua del mutuo, il tasso del mutuo, il rating associato alla controparte che ha richiesto l'accensione del mutuo, il tasso di un ipotetico mutuo alternativo per valutare la convenienza

del trasferimento in caso di surroga, l'importo originario del mutuo e il loan to value, ossia il rapporto tra il debito e il valore dell'immobile al momento dell'accensione del mutuo).

- Dummy (ad esempio per la stagionalità o il periodo della pandemia per Covid 19).

Generalmente l'approccio parametrico viene scelto per l'affidabilità e la stabilità delle stime riducendo la possibilità di errore significativi nelle previsioni avendo verificato preliminarmente che il fenomeno segua una distribuzione nota. Con l'analisi parametrica della sopravvivenza, la probabilità di prepayment può essere ottenuta anche per il tempo non osservato direttamente nel 'periodo campione'. Poiché i prestiti e i mutui possono avere una durata molto lunga, questo approccio è fondamentale per il calcolo dei flussi di cassa attesi di un lungo orizzonte temporale.

Una volta determinato l'approccio che si vuole applicare al modello, sarà cruciale la scelta dei coefficienti esplicativi da inserire all'interno di quest'ultimo.

Primo step per la stima di un modello parametrico è la scelta della distribuzione teorica degli eventi di prepayment.

Le distribuzioni comunemente utilizzate nell'analisi della sopravvivenza, sono tipicamente differenziate in base alla manifestazione temporale della probabilità di prepagare. La distribuzione di Weibull prevede che la probabilità di prepagare, aumenti o decresca nel tempo in modo strettamente monotono; la distribuzione Log-Logistic e la Log-Normal sono preferibili quando la probabilità di prepagare aumenta nei primi anni e poi decresce. Nel modello esponenziale, si evidenzia come la probabilità sia costante nel tempo (è un caso speciale della distribuzione di Weibull in cui il parametro di forma è fissato a 1).

Vengono stimati n modelli ognuno dei quali assume una distribuzione teorica e si procede ad una analisi grafica con la curva di sopravvivenza e hazard stimata con Kaplan Meyer. In aggiunta, si predilige la distribuzione teorica che presenta l'Akaike's Information Criterion (AIC)²³ più basso.

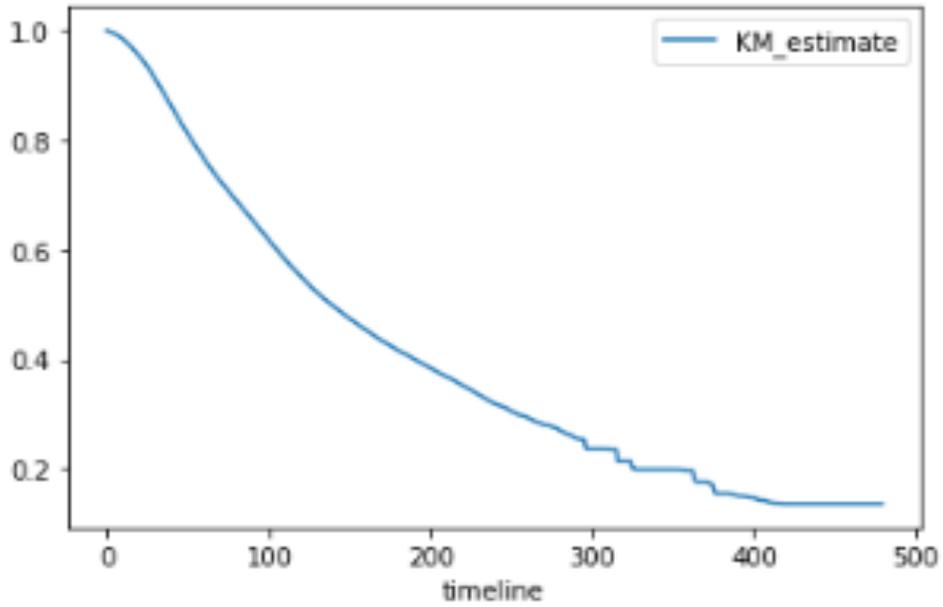
Per quanto riguarda l'analisi grafica, la banca svolge dei test per verificare la somiglianza delle n distribuzioni alla curva di Kaplan Meyer.

²³ L'AIC è calcolato con la seguente formula:

$$AIC = 2 * k - 2 * \ln(L)$$

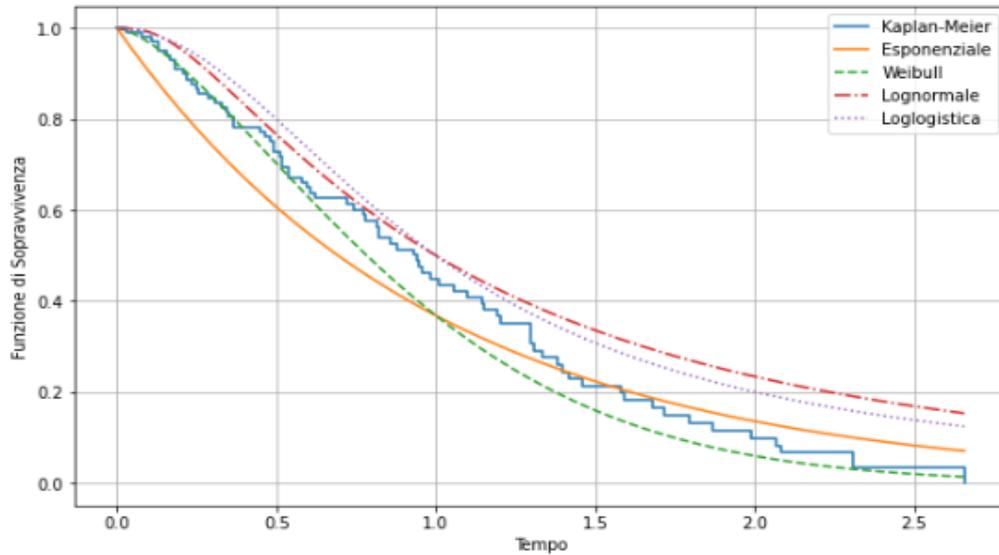
dove k è il numero di parametri utilizzati e L è il valore massimizzato della verosimiglianza.

Figura 5. La curva teorica di Kaplan Meyer.



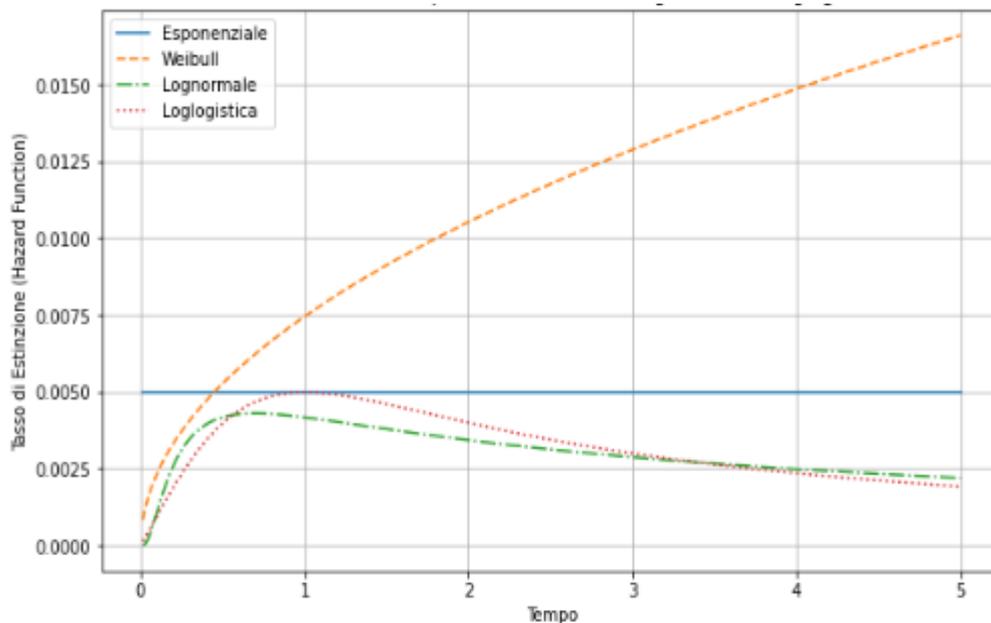
In seguito, verranno rappresentate in un unico grafico tutte le n distribuzioni e la curva di Kaplan Meyer per facilitarne il confronto.

Figura 6. Confronto tra Kaplan Meyer e distribuzioni: Esponenziale, Weibull, Lognormale e Loglogistica.



Generalmente, il prepayment dei mutui retail aumenta nei primi anni per poi decrescere nei successivi. Dunque, ci si attende, che le distribuzioni più adatte siano la lognormale o la loglogistica.

Figura 7. Funzioni di Hazard: Esponenziale, Weibull, Lognormale e Loglogistica.



La stima dei beta nel caso di survival parametrica viene effettuata mediante la funzione di massima verosimiglianza (max likelihood) andando a massimizzare il prodotto delle probabilità di ogni osservazione.

$$L = \prod_{i=1}^N f(t_i)$$

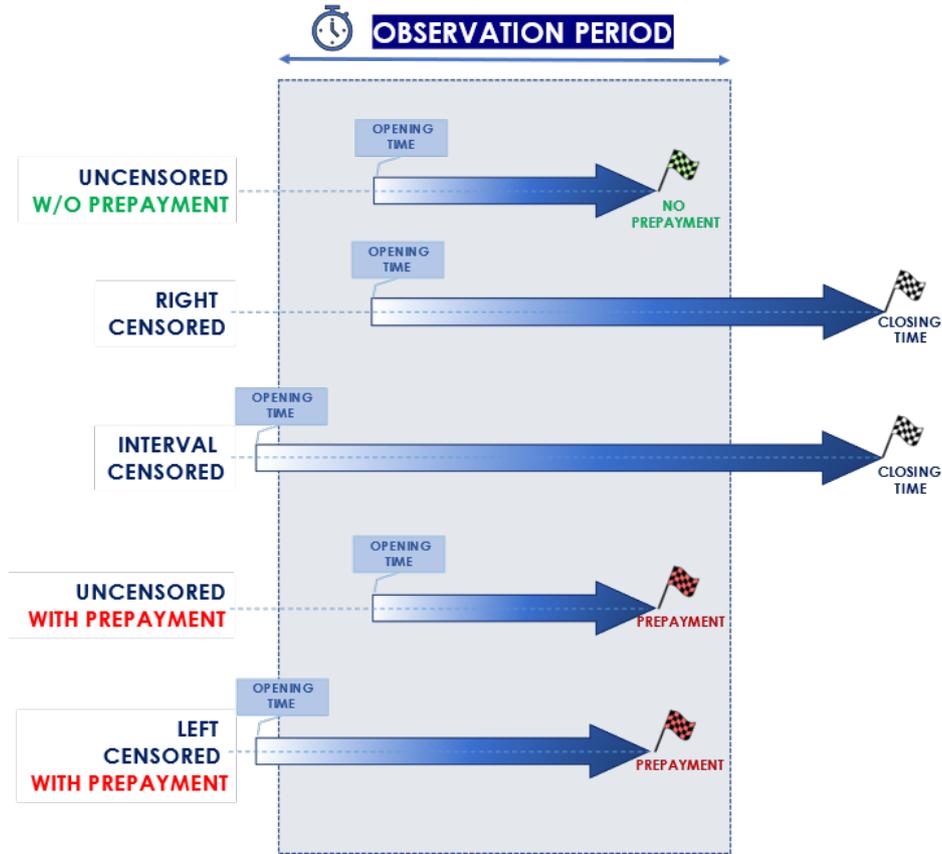
[50]

I parametri, infatti, sono stimati dai dati utilizzando lo stimatore di massima verosimiglianza adeguatamente modificato per tenere conto della presenza di censura²⁴ e troncamento.

Come è composto un campione? Da mutui già esistenti prima dell'inizio dell'intervallo di osservazione (i c.d. 'troncati a sinistra' o "left truncated") che possono essere estinti sia durante il periodo di osservazione e prendere il nome di 'eventi', sia dopo la fine del periodo di osservazione e assumere la denominazione di 'non eventi' o 'censurati a destra'. Difficilmente un mutuo nasce nell'esatto momento in cui viene effettuata l'analisi sul periodo di osservazione, motivo per cui, quasi tutti gli eventi di prepayment in banca sono troncati a sinistra e censurati a destra (right censored).

²⁴ i censurati sono quei mutui sopravvissuti nel periodo di osservazione, i c.d. 'non eventi'.

Figura 8. La censura nel prepayment



Definendo il tempo di censura corretto per l'osservazione k e il tempo dell'evento per l'osservazione j , la probabilità per il campione di dati con censura corretta sarebbe:

$$L = \prod_{j=1}^U f(t_j) \prod_{k=1}^R S(r_k)$$

[51]

dove U e R sono rispettivamente il numero di osservazioni non censurate e censurate a destra, $f(t_j)$ è la densità di probabilità di estinzione anticipata (la probabilità degli 'eventi') e $S(r_k)$ è la probabilità di sopravvivenza per i censurati.

Considerando le osservazioni censurate la verosimiglianza può essere scritta come:

$$L = \prod_{j=1}^U f(t_j)^\delta \prod_{k=1}^R S(r_k)^{1-\delta}$$

[52]

La variabile δ è una variabile dicotomica che assume valore 1 se sono eventi estinti anticipatamente e, valore 0 se gli eventi sono censurati/sopravvissuti. Quindi, nel campione di stima si crea una colonna di δ che assume valore 1 e valore 0 in modo che per ogni finanziamento si attivi il primo fattore $f(t_j)^\delta$ o il secondo $S(r_k)^{1-\delta}$.

Successivamente la banca in analisi applica alla funzione di massima verosimiglianza un algoritmo numerico (c.d. Newton-Raphson) per lo sviluppo dei parametri e calcola l'AIC come indicatore di fitting del modello. Definita la distribuzione teorica di riferimento, si procede alla selezione delle variabili esplicative del modello tra quelle sopra elencate.

Durante la preparazione del modello, molte variabili vengono clusterizzate e divise in classi (es: l'età, il debito residuo, la durata originaria dei mutui). Successivamente, viene eseguito un test per valutare la presenza di eventuali differenze statisticamente significative tra le curve di sopravvivenza dei diversi gruppi di ogni variabile in base all'evento osservato.

Successivamente vengono stimati i beta secondo criteri di selezione quali:

- la significatività statistica (test di Wald), che risulta essere un test sul modello che controlla che i p-value siano significativi e quindi al di sotto di una certa soglia di errore. Ciò serve per evitare il crearsi di distorsi all'interno del modello;
- la coerenza del segno economico. Supponendo per esempio che non venga rispettata la relazione tra tassi di interesse e probabilità di prepayment, viene valutata correttamente la coerenza economica del segno dell'output e se distorto decidere di eliminare tale dato dal modello.

Una volta stimati i parametri del modello si procede al calcolo delle curve di sopravvivenza e di prepayment (hazard) per ciascun mutuo.

Dato il vettore di parametri β delle variabili esplicative, si procede al calcolo del linear predictor del mutuo i-simo:

$$b_j = e^{z_j\beta}$$

[53]

Supponendo che la distribuzione teorica che meglio fitta i dati sia log-logistica si procede alla stima della curva di sopravvivenza mediante la seguente formula:

$$S(t|a, b) = \frac{1}{\left(1 + \left(\frac{t}{b}\right)^a\right)}$$

[54]

Dove a è il parametro di shape della distribuzione log-logistica.

Figura 9. Log-logistica: curva di sopravvivenza

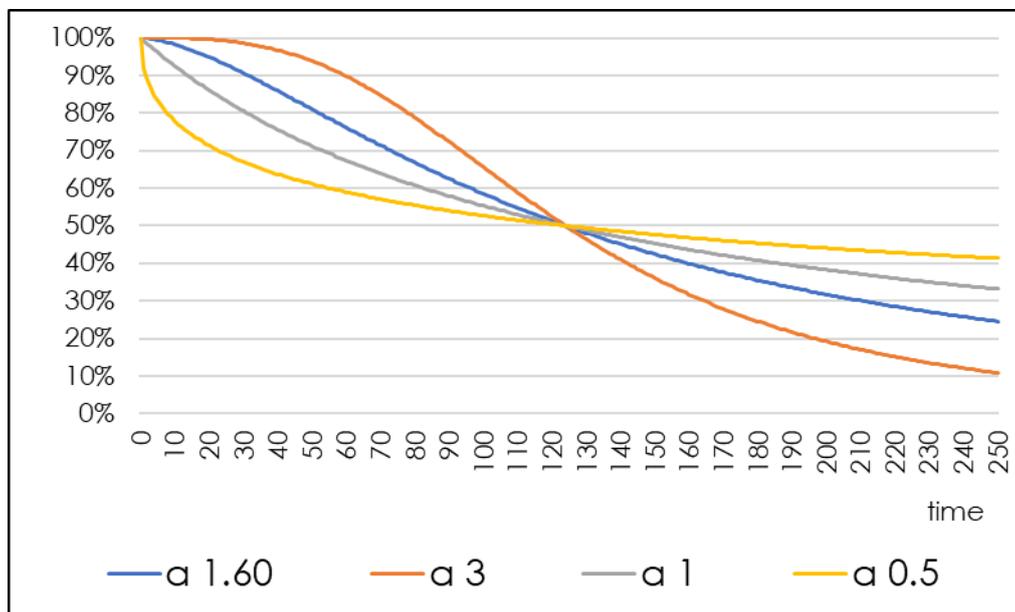
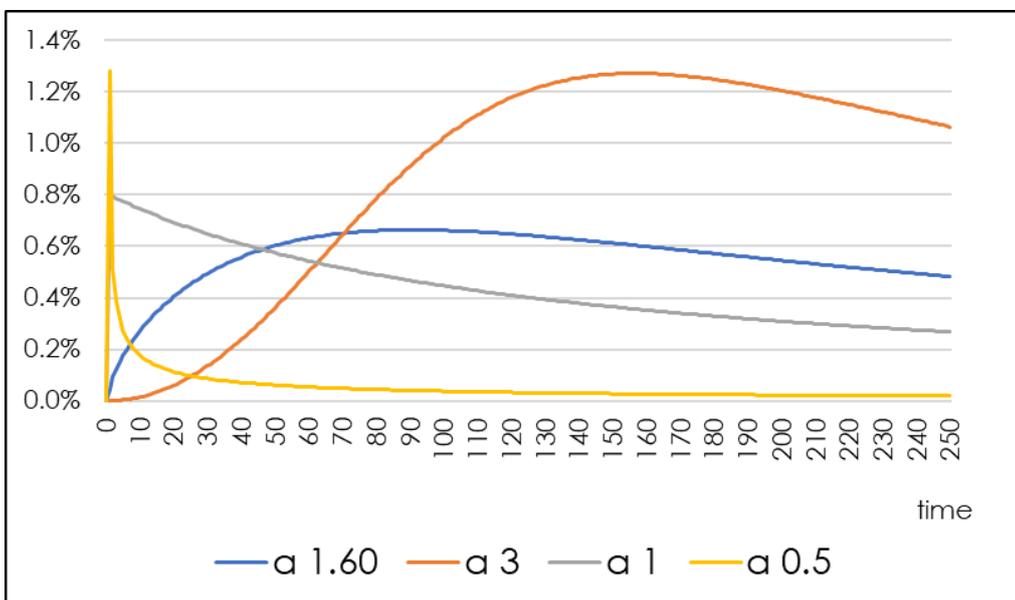


Figura 10. Log-Logistica: curve hazard (prepayment)



4. Principale driver del prepayment sui mutui: il Coupon Incentive e la sua relazione con la duration

Le variabili (covariate) rilevanti per la previsione del fenomeno dell'estinzione anticipata, che meglio ne spiegano l'andamento, sono di natura finanziaria (come i tassi di interesse di mercato a medio-lungo termine). Nel caso dei mutui a tasso fisso, un aumento dei tassi di mercato a medio-lungo termine comporta una contrazione del fenomeno dei rimborsi anticipati. Al contrario, una riduzione dei tassi causa un aumento della probabilità di prepagare.

Tra le variabili finanziarie di maggior impatto sul prepayment dei mutui a tasso fisso vi è l'incentivo al rifinanziamento, in cui le variazioni positive comportano un aumento del rimborso anticipato e le variazioni negative ne causano una diminuzione. Questa variabile può essere considerata analoga al prezzo di esercizio (o strike price) di un contratto di opzione. L'opzione di rimborso anticipato, infatti, dovrebbe essere esercitata quando il valore del mutuo supera il prezzo di esercizio dell'opzione, ossia quando il tasso di interesse al quale il mutuo può essere rifinanziato è inferiore al tasso contrattuale pagato dal mutuatario, comprensivo delle spese di rimborso anticipato. Il tasso di rifinanziamento del mutuo può dipendere, oltre che dal livello dei tassi di interesse di mercato, anche dallo spread applicato dalla banca al tasso privo di rischio per determinare il tasso al cliente. Una variazione dello spread può, a sua volta, dipendere da due diversi andamenti: il miglioramento (peggioramento) del merito creditizio del mutuatario o una variazione del mark-up applicato al tasso di interesse di riferimento (ad esempio, causata da diverse politiche di prezzo adottate dalle banche). Per i mutui concessi a clienti al dettaglio, il mutuatario sarebbe raramente a conoscenza del proprio merito creditizio e difficilmente sarebbe a conoscenza dei cambiamenti negli algoritmi di determinazione dei prezzi adottati dalla banca.

Pertanto, concentrando l'analisi sui rimborsi anticipati per i mutui residenziali, si può ragionevolmente presumere che i mutuatari determinino la ricchezza delle loro opzioni principalmente in considerazione dei tassi di mercato. Alla luce di queste considerazioni, nell'ambito dell'analisi è stata introdotta (e quindi adottata come variabile esplicativa) una misura sintetica dell'incentivo al rifinanziamento dei mutui residenziali a tasso fisso. Si chiama Coupon Incentive (CI) ed è definito come:

$$RIL_{it} = (Y_0 - Y_t) * Dur_{it}$$

[55]

Y_0 : valore del tasso contrattuale/spread al momento effettivo $t=0$ del prestito, calcolato sulla scadenza originaria

Y_t : valore del tasso contrattuale di un mutuo con le medesime caratteristiche finanziarie alla data di analisi t , calcolato sulla durata residua.

Dur_{it} : durata residua (mesi) dell'ipoteca alla data di analisi t

Quando l'incentivo è negativo in quanto l'opzione di pagamento anticipato è "out of the money" indipendentemente dal livello raggiunto, la variabile include un floor pari a zero:

$$\max ((Y_0 - Y_t) * Dur_{it}; 0)$$

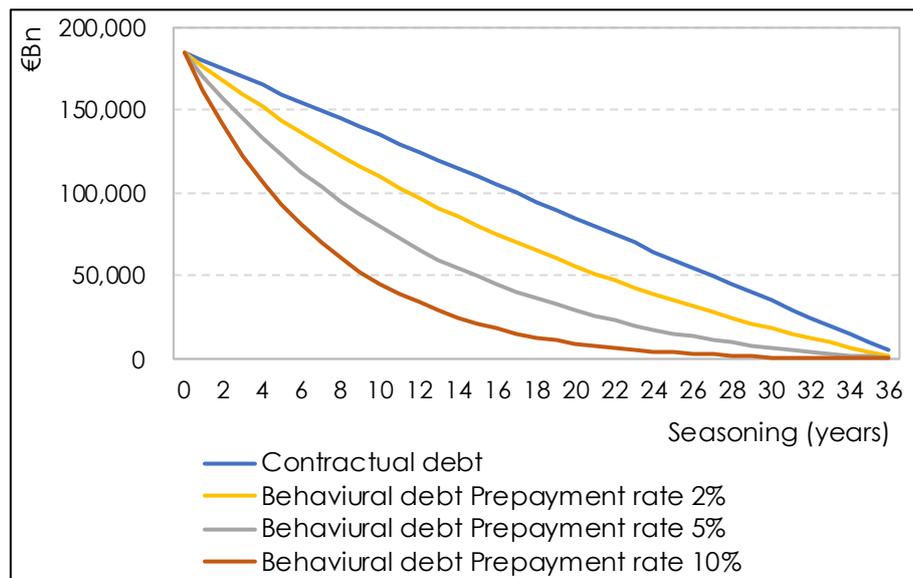
[56]

Per il cliente l'opzione di rimborso anticipato è tanto più vantaggiosa quanto più bassi sono i tassi rispetto a quelli stipulati, nonché quando il Coupon Incentive assume valore positivo. Il vantaggio derivante dall'esercizio di tale diritto diminuirà al diminuire della durata residua del contratto di mutuo.

La presenza del fenomeno dell'estinzione anticipata contribuisce a ridurre la scadenza media e la duration del portafoglio ipotecario rispetto all'ipotesi "contrattuale". L'entità di questa riduzione è inversamente correlata al livello di rimborso anticipato: maggiore è la probabilità di rimborso anticipato, maggiore è l'accelerazione dei futuri cash flows e più significativa è la riduzione della duration del portafoglio mutui.

Il grafico mostra come un aumento del rimborso anticipato conduca ad una riduzione della duration del portafoglio, con l'entità dell'impatto che dipende dalla consistenza del pagamento anticipato.

Figura 11. Relazione tra prepayment e duration di un mutuo.



5. Esercizio semplificato: il Modello di Survival senza variabili esplicative

Una volta illustrate le varie fasi di implementazione del modello, per rendere l'analisi più concreta e realistica, analizzeremo un caso di stima di probabilità di sopravvivenza e di prepayment su un portafoglio di mutui.

Per iniziare l'analisi sarà necessario determinare la forma della distribuzione nota che fitta meglio con la curva di Kaplan Meyer.

Dopo aver calcolato il valore di Akaike con la formula sopra riportata, ipotizziamo che la forma della distribuzione con un AIC inferiore sia la *log-logistica*²⁵. Per semplificare l'analisi non considereremo le variabili esplicative (macroeconomiche, finanziarie e demografiche) ma utilizzeremo due soli parametri: l'intercetta (scale) e la forma (shape).

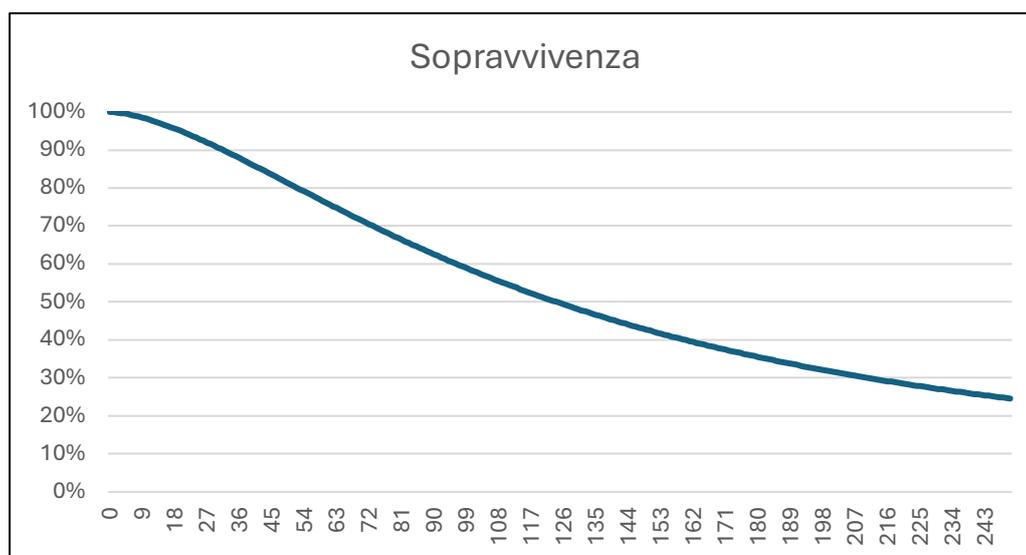
Il coefficiente shape è il parametro che dà la forma alla distribuzione, mentre, l'intercetta è uno dei parametri beta della funzione *log-logistica*.

I valori assunti da shape (1,6) e scale (124) vengono stimati dall'algoritmo sulla base di tutti i dati a disposizione della banca e successivamente inseriti nella funzione *log-logistica*.

La formula della *log-logistica* è espressa in funzione dell'orizzonte temporale e quindi cambia con il passare delle mensilità, mentre, i due parametri in questione rimangono costanti.

Dunque, stimando la funzione di sopravvivenza è ben visibile che partendo dall'istante t=0 sia pari a 100% la probabilità che il mutuo sopravviva (in quanto il mutuo è appena stato acceso) ed inizia a scendere all'aumentare dell'orizzonte temporale.

Figura 12. Funzione sopravvivenza dell'esercizio.

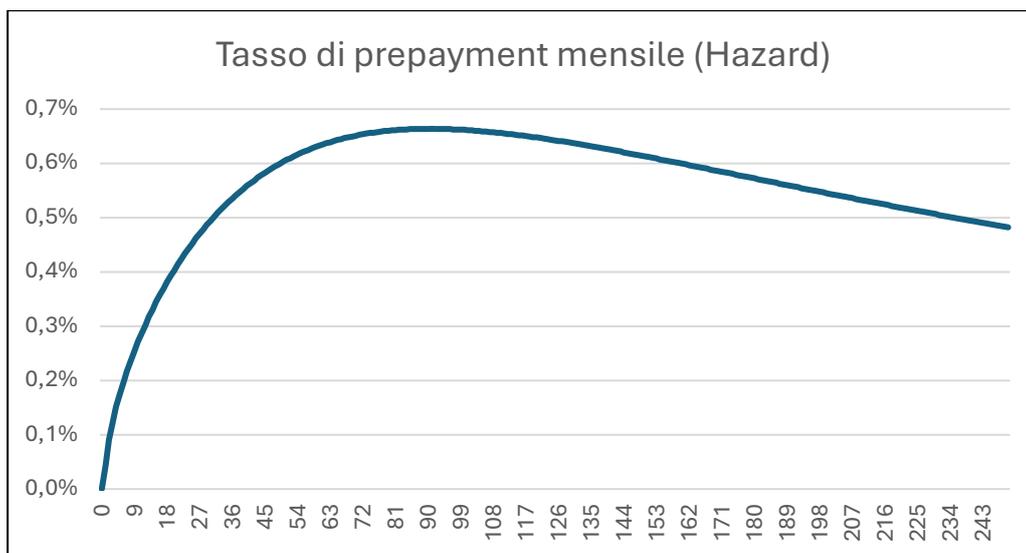


Una volta stimata la probabilità di vita del mutuo, la banca ne stima la probabilità di morte. Contrariamente a ciò che si verifica per la sopravvivenza, la probabilità di prepayment è pari a zero nel momento di accensione del mutuo ma inizia ad aumentare con il passare delle mensilità.

²⁵ la formula della log-logistica:

$$S(t|a, b) = \frac{1}{(1 + (t/b)^a)}$$

Figura 13. Tasso di prepayment mensile.



$$h(t) = 1 - \frac{S(t)}{S(t-1)}$$

[57]

Il tasso di prepayment al tempo t ossia $h(t)$ viene stimato come tasso di variazione della probabilità di sopravvivenza tra $t-1$ e t .

Generalmente, la distribuzione del prepayment, come emerge dalle analisi di Kaplan Meier, ha una forma campanulare ovvero aumenta nei periodi iniziali e tende a diminuire quando il mutuo si avvicina alla sua scadenza contrattuale.

Tuttavia, senza inserire i beta, tutti i mutui vengono studiati allo stesso modo in riferimento ad intercetta e forma della distribuzione; saranno proprio le variabili esplicative (covariate) ad evidenziarne le differenze.

Essendo uno studio fondato sul comportamento del singolo cliente, il modello stimerà una curva di sopravvivenza e una curva di prepayment diversa per ogni mutuo. Quindi, l'ente creditizio, svolgerà tale analisi sulle decine di milioni di mutui presenti nei propri database.

6. Il trattamento delle poste a vista e la metodologia standardizzata EBA

I non maturity deposits (NMDs) sono caratterizzati da:

- assenza di una data di scadenza in quanto validi a “revoca” e
- da profilo di “repricing” non contrattualmente definito.

L'impatto di tali poste può essere misurato sia sul valore economico del patrimonio (scadenzamento temporale), quindi misurando gli effetti dei tassi sul lungo termine, sia da una prospettiva reddituale (analisi di repricing) di più breve.

In riferimento ad un approccio basato sul valore economico, le banche per misurare la propria esposizione al trattamento delle poste a vista possono adottare modelli sviluppati internamente al fine di associare agli NMDs un profilo temporale di scadenziamento. Per le banche di dimensioni ridotte è prevista la possibilità di utilizzare metodologie semplificate (es: Allegato C di Banca d'Italia) e quella standardizzata (prevista dall'EBA²⁶).

Secondo quanto previsto per l'approccio standard, gli enti creditizi classificano i NMDs a seconda della tipologia della controparte in:

- depositi retail:
 - o transazionali²⁷ e non transazionali;
- depositi corporate:
 - o di clienti financial e non financial.

I depositi retail transazionali, retail non transazionali e corporate (non financial) andranno divisi successivamente in componente stabile e non stabile. La divisione avviene tenendo conto della reattività dei volumi ai tassi di interesse osservata in un orizzonte temporale di almeno 10 anni. In particolare, la componente stabile è individuata come quella poco sensibile alle dinamiche di mercato.

Definita la parte stabile si procede con la suddivisione tra componente core²⁸ e non-core.

La componente core è definita come l'insieme delle poste caratterizzate da una significativa stabilità con un orizzonte superiore a un anno, diversamente la componente non-core contiene le poste con scadenza prevista inferiore ad un anno e quindi soggetta ad una più elevata volatilità.

Per individuare la quota core dalla componente stabile viene stimato un pass through rate (β) come la reattività dei tassi contrattuali della clientela alle variazioni dei tassi di mercato.

$$\text{Core component} = (1 - \beta) \cdot \text{Stable component}$$

[58]

$$\text{No core} = \beta \cdot \text{Stable component}$$

[59]

Per stimare la porzione di volumi a tasso variabile (o *pass-through rate*) gli intermediari devono considerare alcuni elementi riguardanti il portafoglio bancario quali:

- il livello dei tassi di interesse;
- concorrenza delle altre aziende;

²⁶ EBA/RTS/2022/09, 2022

²⁷ "Retail non-maturity deposits held in a transactional account" means a retail non maturity deposit in an account in which salaries, income or expenses (transactions) are regularly credited and debited or a retail non-maturity deposit which bears no interest even in a high-interest rate environment."

²⁸ la parte core definisce quell'ammontare di NMD che è improbabile si riprezzi anche nel caso di una drastica variazione dei tassi di interesse.

- caratteristiche demografiche e caratteristiche rilevanti dei clienti dell'istituto;
- lo spread tra il tasso passivo e il tasso di mercato.

Per definire la quota core/non core per ciascuno scenario di stress dei tassi di interesse sono previsti livelli diversi di Pass through. Appare logico supporre, infatti, che la stabilità delle masse sia tanto più compromessa quanto più ampio sia lo shock dei tassi, riducendo quindi la quota core.

In particolare, vengono definiti dei “multipliers” da applicare a seconda dello scenario dei tassi di interesse per la componente core e non-core.

Negli scenari caratterizzati da un aumento dei tassi di interesse a breve (parallel up, short rate shock up e steepener) la quota “core” si riduce del 20% (multipliers pari a 0,80) aumentando di conseguenza la componente non-core di pari ammontare. Nel caso di scenari caratterizzati da una riduzione dei tassi a breve (parallel down, short rate shock down e flattener), la quota core aumenta del 20% (multiplier pari a 1,2).

Sono previsti, inoltre, dei cap all’ammontare della quota core:

- 90% per i depositi retail transazionali
- 70% per i depositi retail non transazionali
- 50% per i depositi corporate (non financial)

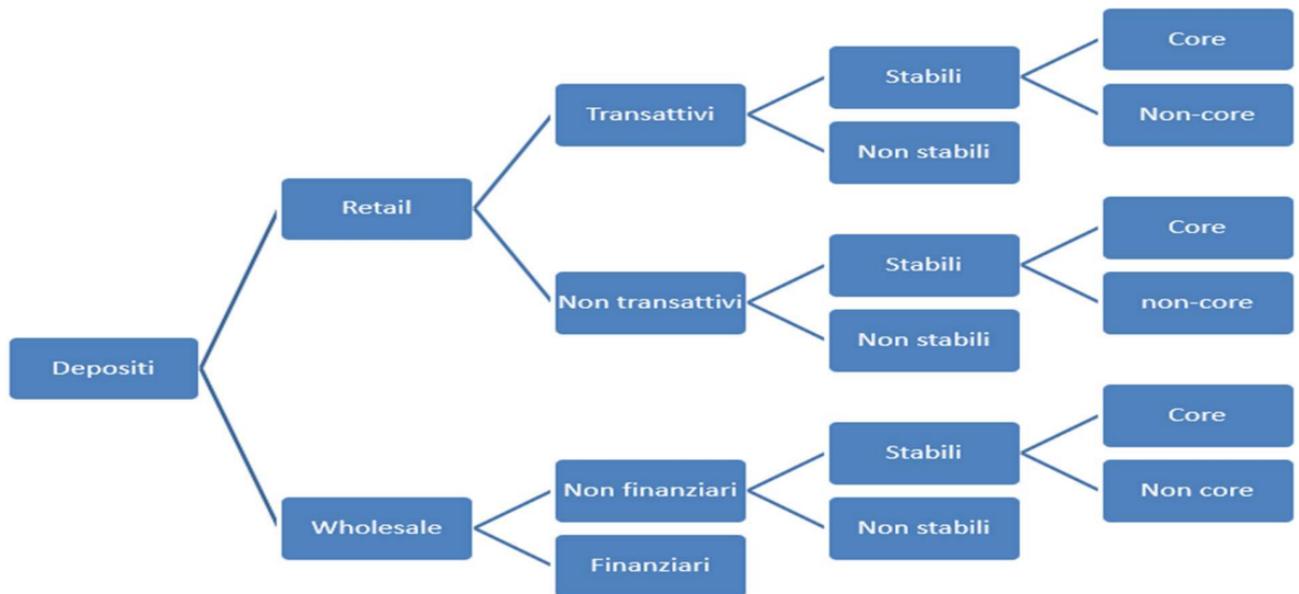
La durata media massima che le tre categorie di deposito appena richiamate possono avere in funzione della loro distribuzione in fasce è di 5 anni per i depositi retail transattivi, 4,5 anni per i depositi retail non transattivi e 4 per i wholesale non finanziari.

Tuttavia, i depositi corporate dei clienti financial devono essere trattati come la componente non-core dei NMD prevedendone l’allocazione esclusivamente nella fascia temporale Overnight.

Anche l'intera componente non-core dei depositi stabili insieme alla componente non stabile deve essere allocata nella fascia temporale Overnight.

Nella Figura 14 viene riportata la classificazione dei NMD secondo la metodologia standardizzata (EBA/RTS/2022/09)

Figura 14. Schema dei depositi secondo la metodologia standardizzata.



Una volta illustrati tutti i criteri per il trattamento delle poste a vista, per consolidare quanto appena richiamato, ci serviremo di un semplice esempio numerico.

Supponiamo che una banca abbia depositi a vista verso clienti retail per €150 mln di cui solo €80 mln risultano stabili. La banca ha il compito di differenziare la parte core dalla parte no-core tramite il pass-through rate. Supponendo che tale coefficiente abbia un valore pari al 45%, sarà possibile calcolare l'ammontare delle due componenti come segue:

$$\text{non-core} = €80 \text{ mln} \cdot 0,45 = €36 \text{ mln}$$

$$\text{core} = €80 \text{ mln} - €36 \text{ mln} = €44 \text{ mln}$$

La componente core sull'ammontare dell'intero deposito sarà pari a $44 \text{ mln} / 150 \text{ mln} = 29,3\%$ e quindi ben al di sotto della soglia del 90% definita per i depositi retail transazionali.

Ora la banca, valutando l'esposizione all'IRRBB della seguente posta, deve tener conto dello scenario dei tassi di interesse ipotizzato, applicando il coefficiente 0,8 in caso di rialzo dei tassi e di 1,2 in caso di ribasso.

Nel caso di rialzo:

$$\text{core} = €44 \text{ mln} \cdot 0,8 = €35,2 \text{ mln}$$

$$\text{no-core} = €36 \text{ mln} + (€44 \text{ mln} - €35,2 \text{ mln}) = €44,8 \text{ mln}$$

Nel caso di ribasso:

$$\text{core} = €44 \text{ mln} \cdot 1,2 = €52,8 \text{ mln}$$

$$\text{no-core} = €36 \text{ mln} - (€52,8 \text{ mln} - €44 \text{ mln}) = €27,2 \text{ mln}$$

Quindi, al fine dell'allocazione nelle varie fasce temporali della matrice per scadenza e per data di revisione, nel caso di scenario al rialzo nella fascia a vista verrà inserito un ammontare pari a €114,8 mln (€70 mln +

€44,8 mln), mentre i restanti €35,2 mln della componente core verranno allocati nelle varie fasce temporali tenendo conto della scadenza massima di 5 anni per i depositi retail transattivi.

Nel caso di scenario al ribasso nella fascia a vista verrà allocato un importo pari a €97,2 mln (€70 mln + €27,2 mln) e nelle successive fasce temporali si distribuiranno €52,8 mln relativi alla componente core.

Il trattamento dei depositi tramite la metodologia standardizzata conduce ad una minore durata media del passivo a causa di una grande allocazione dei depositi nella fascia a vista rispetto ai modelli comportamentali che gli enti creditizi dovrebbero adottare.

L'obiettivo della metodologia standardizzata è fornire una rappresentazione conservativa della raccolta a vista giacchè impatta in modo differente a seconda della tipologia di esposizione al rischio della banca.

7. Il modello delle poste a vista della Banca in analisi

Le grandi banche italiane, come quella oggetto di analisi, adottano modelli interni proprietari rispetto agli approcci normativi standard definiti dall'EBA poichè l'obiettivo è quello di catturare il profilo di rischio dei propri clienti in termini di stabilità e repricing dei depositi a vista (o non maturity deposit – NMDs).

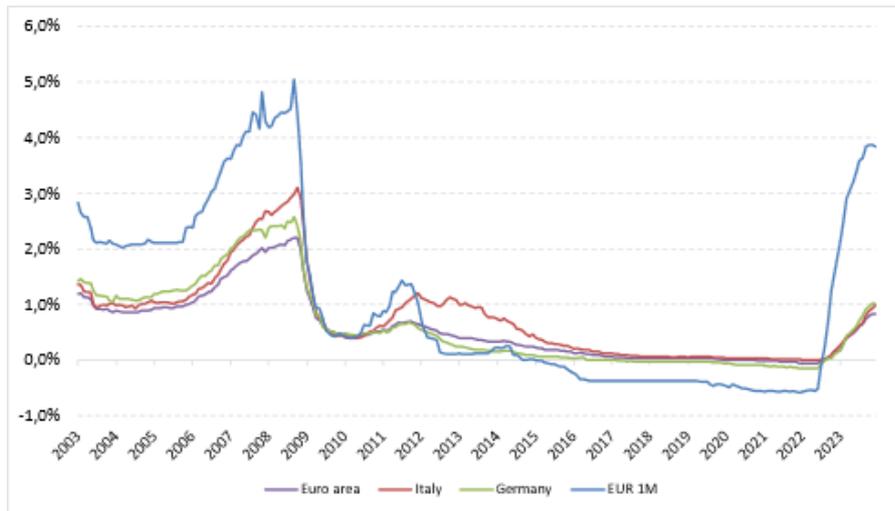
I modelli interni in uso per il rischio di tasso di interesse del portafoglio bancario (IRRBB) in riferimento ai NMD sono i seguenti:

- I. Il profilo di decadimento: stima il decadimento dei conti correnti in base al profilo di stabilità comportamentale del cliente;
- II. Il modello NII: stima la reattività dei tassi e dei volumi a vista alle variazioni dei tassi di mercato (Pass Through Rates), distinguendo la componente a tasso fisso e quella a tasso variabile

Questa incertezza è legata al fatto che quando si stipula il contratto a vista si dice sia valido fino a revoca, ovvero sia il cliente che la banca in qualunque momento possono recedere dal contratto. Ciò può creare pericolo all'ente creditizio essendo una rilevante fonte di funding.

A partire dalla seconda metà del 2022, in seguito alle crescenti fluttuazioni dei tassi di interesse e dell'accresciuta volatilità del contesto macroeconomico e finanziario (come evidente dal grafico sottostante in riferimento al tasso Euribor a 1 mese), il settore bancario ha riconosciuto la necessità di modelli più avanzati grazie all'utilizzo dell'intelligenza artificiale per analizzare il comportamento dei clienti sui movimenti di conto corrente, valutare la sensibilità di ciascun cliente in caso di aumento dei tassi di interesse e misurare la parte componente stabile. Detto in parole semplici, la necessità per la banca è catturare la vera fonte di rischio e poi decidere al meglio come mitigarla.

Figura 15. Tassi domestici europei dal 2003 al 2023.



Come si fa tener conto di un contesto così dinamico? Andando a modellizzare i comportamenti dei singoli clienti e disponendo di modelli che vengono applicati conto per conto (come visto nel caso del prepayment). È necessario segmentare i clienti in base alla loro propensione all'investimento finanziario generando outflows dal conto.

Per sviluppare un modello che risponda a queste esigenze, è fondamentale disporre di un'adeguata infrastruttura dati (Big Data) in grado di gestire ingenti quantità di dati (es. movimenti di conto corrente dei clienti, serie storiche di investimenti finanziari, ecc.) e identificare i comportamenti dei singoli clienti.

Questa modellazione è progettata per catturare il comportamento preciso dei singoli clienti a livello di transazione, garantendo un'accuratezza e una reattività ottimali ai cambiamenti nel panorama economico.

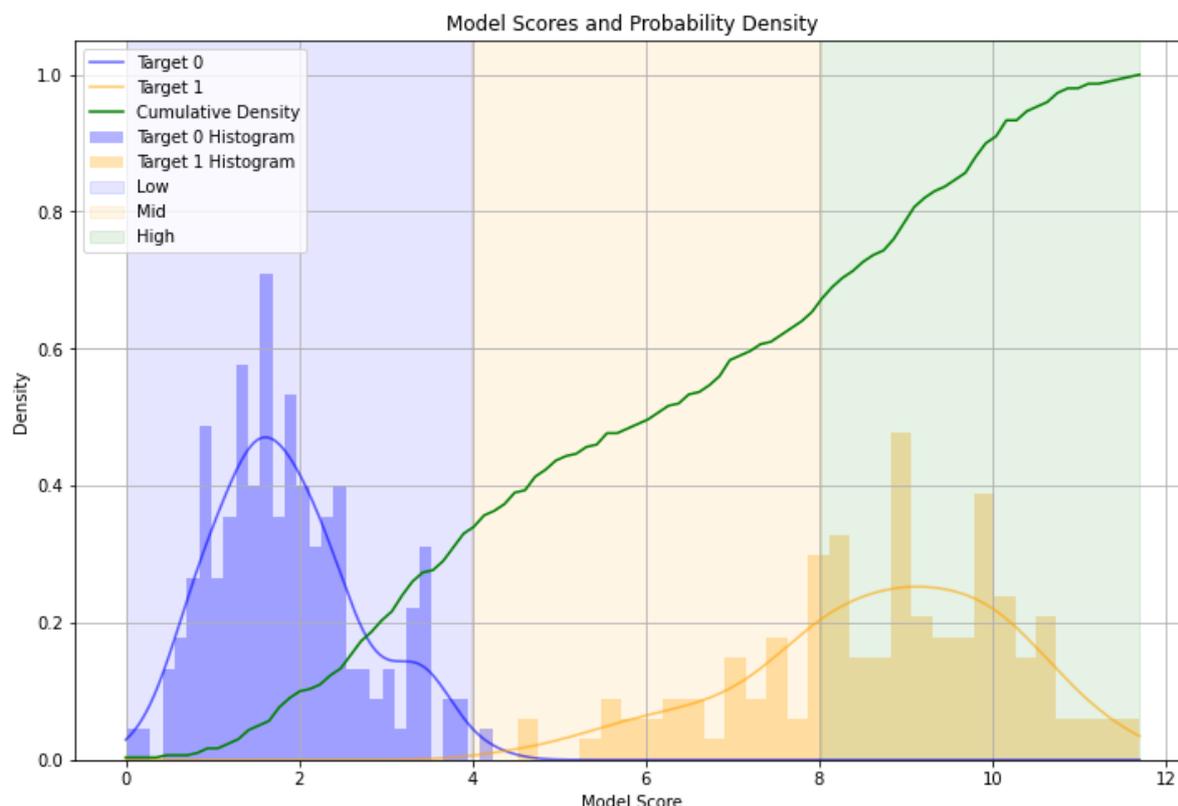
Gli algoritmi di machine learning hanno il compito di clusterizzare i clienti in base alla loro propensione all'investimento in "Basso", "Medio e "Alto" semplicemente utilizzando variabili esplicative come la categorizzazione delle transazioni del conto in transazionali e non transazionali e la presenza di investimenti finanziari.

Una volta collocati i clienti nelle diverse classi, grazie a modelli econometrici possono essere definite le componenti stabili e non stabili.

Il modello di classificazione ricava uno score per ogni cliente che ordina dal più piccolo al più grande e ne studia la sua distribuzione in base alla variabile status che in questo caso è investe - non investe. Il modello denomina con 'target 1' i clienti che hanno investito e con 'target 0' coloro che non hanno effettuato investimenti. Dal grafico sottostante si può vedere come i clienti con uno score minore (che non investono) siano concentrati sulla parte sinistra della distribuzione, mentre, i clienti definiti target 1 sulla destra.

Le classi di rischio dei clienti (low, medium e high) sono definite sulla base dello score del modello di classificazione e sono caratterizzate da un livello uniforme di propensione all'investimento.

Figura 16. Divisione clienti nelle classi di rischio low, medium e high.



Dopodiché, per ogni classe l'obiettivo è individuare la componente stabile, non stabile e core, quindi, partendo da quella non stabile è necessario eseguire una regressione logistica.

Innanzitutto, la variabile target è definita come il deflusso avvenuto in un orizzonte temporale breve (da t-1 a t). È stimato per ciascun conto corrente come la variazione percentuale tra il saldo del conto corrente al tempo t rispetto allo stesso in t-1:

$$\text{Cashout} = \min \left(\frac{\text{Balance}_t - \text{Balance}_{t-1}}{\text{Balance}_{t-1}}; 0 \right)$$

[60]

Questo modello servendosi di una regressione logistica crea un flag sul cashout: quando è negativo attribuisce la variabile status 1, quando invece il cashout è positivo e assume valore zero per la relazione sopra riportata, la variabile ha valore zero. In pratica il cashout risulterà positivo e quindi pari a zero, se il saldo è aumentato rispetto al mese precedente, negativo nel caso contrario.

Definita la variabile target, la lista di variabili esplicative da utilizzare è composta da:

- Indicatori macroeconomici: PIL, tassi di mercato, indice dei prezzi al consumo;
- Variabili demografiche: età del conto corrente, totale attività finanziaria del cliente, totale prestiti del cliente;
- Indicatori dei correnti: media mobile periodica dei saldi delle partite correnti, presenza di investimenti finanziari, indicatori di attività transazionale, ecc.

Successivamente, definito per ogni cluster di clienti e per ogni conto corrente la parte non stabile, la parte stabile sarà data da:

$$\text{Stable component} = 1 - \text{non stable}$$

[61]

Come per la parte non stabile, anche per la componente stabile la banca utilizzerà la regressione logistica espressa con la seguente formula:

$$\text{logit}(p) = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$$

[62]

Dove:

- (p) è la probabilità che l'evento si verifichi (ad esempio, la probabilità che un cliente investa).
- ($\text{logit}(p)$) è il logaritmo naturale delle probabilità.
- (β_0) è l'intercetta del modello.
- ($\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$) sono i coefficienti di regressione.
- (X_1, X_2, \dots, X_k) e le variabili indipendenti (le variabili esplicative come gli indicatori dell'andamento delle partite correnti, la categorizzazione delle operazioni di conto corrente in transazionali e non transazionali, la presenza di investimenti finanziari, ecc.).

L'output, a seconda del tipo di regressione adottata all'interno dei modelli, può variare e ciò comporta chiavi di lettura differenti per i risk managers.

Per esempio, l'utilizzo della regressione logistica può risultare più accurato quando i dati sono separati linearmente oppure aggiunti a datasets esistenti. Diventa uno strumento utile per studiare problemi di classificazione binaria e per migliorare l'accuratezza del modello nel tempo. Al contrario, il modello non è in grado di effettuare stime accurate quando la dimensione del campione di dati è minima.

Lo svantaggio principale della regressione logistica è l'assunzione di linearità tra la variabile dipendente e la variabile indipendente. Quindi, se la relazione tra le variabili è complessa è bene valutare l'utilizzo della distribuzione migliore.

Inoltre, quando i dati contengono numerose variabili indipendenti esiste un'alta probabilità che il modello venga overfittato²⁹. Per essere precisi, nella regressione logistica, il modello cerca di adattarsi alle variazioni dei dati esistenti, riducendone la capacità di generalizzare a nuovi dati.

Infine, la regressione logistica presuppone che tutte le variabili incluse siano significative e rilevanti per il risultato finale, dal momento che le variabili irrilevanti possono introdurre distorsioni e influenzare le prestazioni del modello.

²⁹ si parla di overfitting o eccessivo adattamento quando un modello statistico molto complesso si adatta ai dati osservati perché ha un numero eccessivo di parametri rispetto al numero di osservazioni.

Una volta stimata la componente stabile, viene applicato un modello parametrico di analisi di sopravvivenza per definire il profilo temporale della porzione stabile.

L'obiettivo di definire questa quota stabile è che la banca non lo voglia collocare 'overnight' ma scadenzarlo nel tempo a seconda del risultato dell'analisi. Per far ciò, l'ente creditizio, ha bisogno di studiare il profilo di decay. Diversamente a quanto illustrato in precedenza con il modello di sopravvivenza per prevedere l'estinzione anticipata del mutuo o meno, per i NMD viene costruita una variabile per indicare se il conto corrente è chiuso o meno.

Successivamente, la distribuzione teorica più adatta viene scelta utilizzando il criterio AIC più basso e l'analisi grafica rispetto alla curva di Kaplan-Meier.

Una volta scelta la distribuzione teorica, il passo successivo è quello di costruire un elenco di variabili esplicative (covariate) che includono fattori demografici (come l'età del cliente, l'età del conto corrente, la posizione geografica del cliente e il tipo di occupazione), nonché fattori macroeconomici (come l'andamento dei tassi di interesse, ecc.)

Una volta distinta la componente non stabile e stabile, il modello si concentra sul definire il repricing dei NMD in base alla presenza di un tasso variabile o di un tasso fisso. L'analisi del repricing viene effettuata individuando il parametro di elasticità β (variazione del tasso cliente a fronte di una variazione dei tassi di interesse di mercato) e ha lo scopo di dividere i depositi stabili in una componente "core" che non reagisce alle variazioni dei tassi di interesse di mercato (quota "tasso fisso", $(1-\beta)$), e una componente reattiva (quota "tasso variabile", (β)).

Per quanto concerne la stima del β (pass through rate), nel determinare la reattività dei volumi core in presenza di rialzi/diminuzioni dei tassi di interesse, bisogna tener conto di diversi fattori, quali:

- Il fenomeno della vischiosità rappresentato dalla reazione parziale e ritardata alla fluttuazione dei tassi di interesse.
- Qualsiasi reazione asimmetrica rispetto agli aumenti o alle diminuzioni della struttura dei tassi di interesse.
- Un effetto floor, determinato dall'esistenza di quantità considerevoli remunerate a tassi di interesse prossimi allo zero che, al diminuire dei tassi di interesse di mercato, anche negativi, rendono impossibile un'ulteriore compressione del tasso di remunerazione, con conseguente compressione dello spread e del NII.

Per stimare i parametri di viscosità dei tassi e dei volumi contrattuali sono stati sviluppati modelli econometrici che consentono il calcolo di quest'ultimi attraverso la combinazione di stime frequentiste effettuate sulla base di osservazioni storiche con stime derivate da simulazioni stocastiche.

I parametri di sensitività dei tassi di clientela sono periodicamente monitorati attraverso back-testing e sono utilizzati sia per il calcolo della sensibilità al NII sia per finalità di simulazione e analisi di stress sul reddito netto da interessi.

Il modello è oggetto di un monitoraggio continuo da parte del risk management, al fine di rilevare tempestivamente le variazioni dei principali driver (stabilità e reattività dei volumi e dei tassi alle variazioni dei tassi di mercato) e - se del caso - effettuare le necessarie messe a punto. La frequenza di aggiornamento del modello, i criteri di revisione/modifica del modello, il processo di gestione delle diverse tipologie di modifica, nonché i ruoli e le responsabilità delle Unità coinvolte nel processo di modifica del modello, appartengono alla Governance del modello.

8. Esercizio per la stima del Delta EVE per le poste a vista

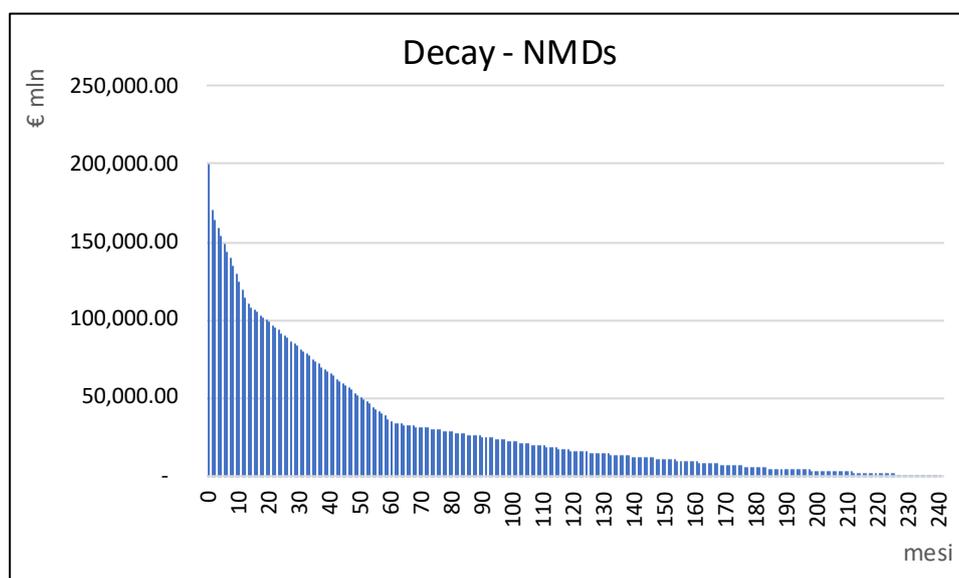
Ipotizziamo che una banca di grandi dimensioni abbia una raccolta a vista di 200 mld di €.

Per calcolare il Delta EVE nell'ipotesi di uno shock al rialzo dei tassi di interesse di +100 bps utilizzeremo un orizzonte temporale di decadenza (decay) che arriva fino a 20 anni.

Le poste a vista sono clusterizzate in 7 fasce temporali:

- Overnight (a vista)
- Scadenza entro 1 anno
- Scadenza compresa tra 1 e 3 anni
- Scadenza compresa tra 3 e 5 anni
- Scadenza compresa tra 5 e 10 anni
- Scadenza compresa tra 10 e 15 anni
- Scadenza compresa tra 15 e 20 anni

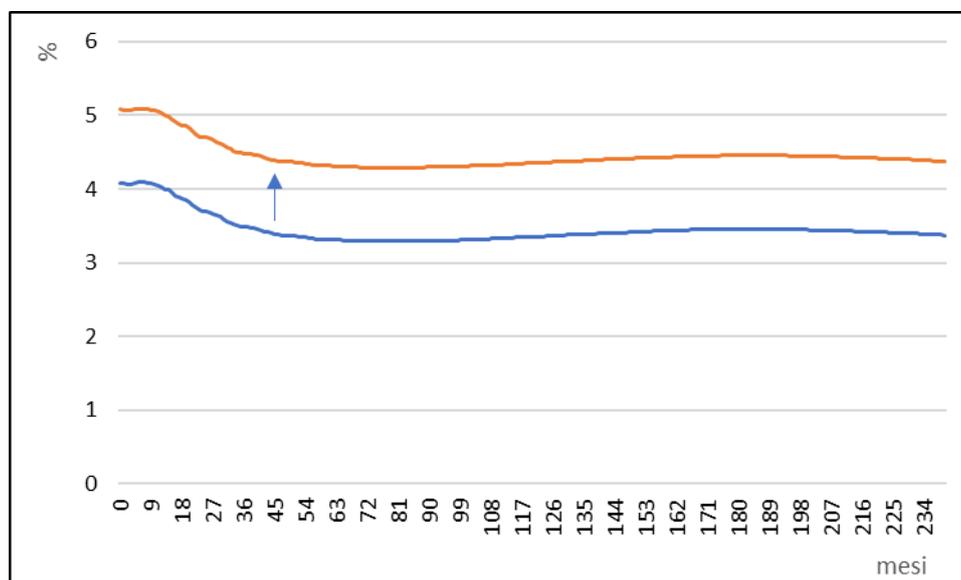
Figura 17. Orizzonte temporale di decadimento dei NMD's.



Come si può osservare dal grafico i NMDs tendono a concentrarsi nella parte sinistra (con scadenza inferiore) e, via via scorrendo, diminuiscono sempre più i valori della raccolta³⁰.

Le curve dei tassi interesse euro spot applicate presentano il seguente andamento:

Figura 18. Curva dei tassi di interesse spot.



La curva blu rappresenta il tasso spot osservato sull'orizzonte temporale in questione, mentre quella rossa rappresenta i tassi shockati che hanno subito uno shift al rialzo dell'1% su tutte le scadenze (parallel up).

Il discount factor sarà calcolato con la seguente formula:

$$DF = \frac{1}{(1 + i)^j}$$

[63]

dove i è il tasso e j è la maturity associata.

In ipotesi di shock verrà aggiunto al denominatore lo shock di 100 bps per il calcolo di ogni fattore:

$$DF_{\text{shock}} = \frac{1}{(1 + i + \Delta i)^j}$$

[64]

³⁰ Percentuali di NMDs fascia per fascia:

Overnight → 15%

Scadenza entro 1 anno → 30%

Scadenza compresa tra 1 e 3 anni → 20%

Scadenza compresa tra 3 e 5 anni → 18%

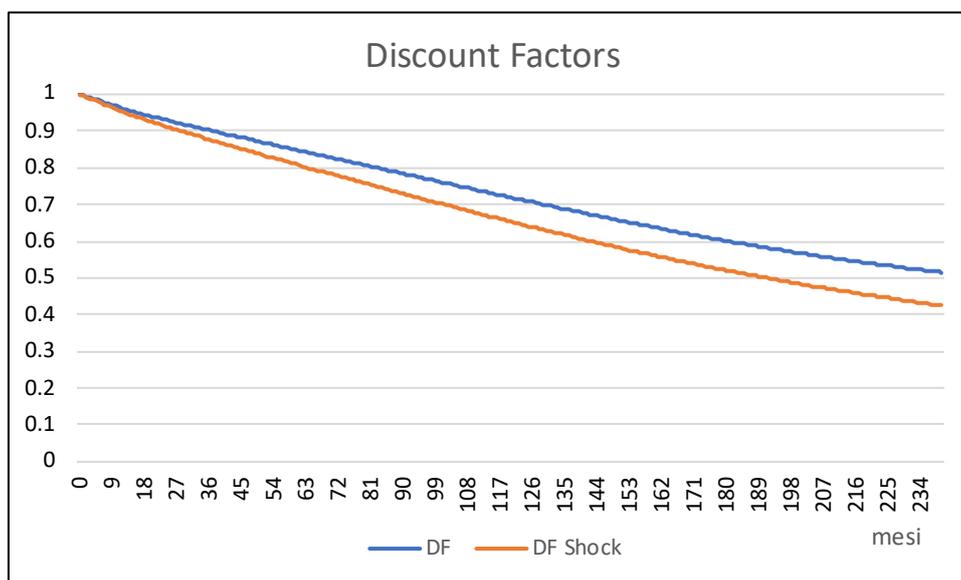
Scadenza compresa tra 5 e 10 anni → 9%

Scadenza compresa tra 10 e 15 anni → 5%

Scadenza compresa tra 15 e 20 anni → 3%

L'andamento dei fattori di sconto nel tempo sarà il seguente:

Figura 19. Andamento discount factors.

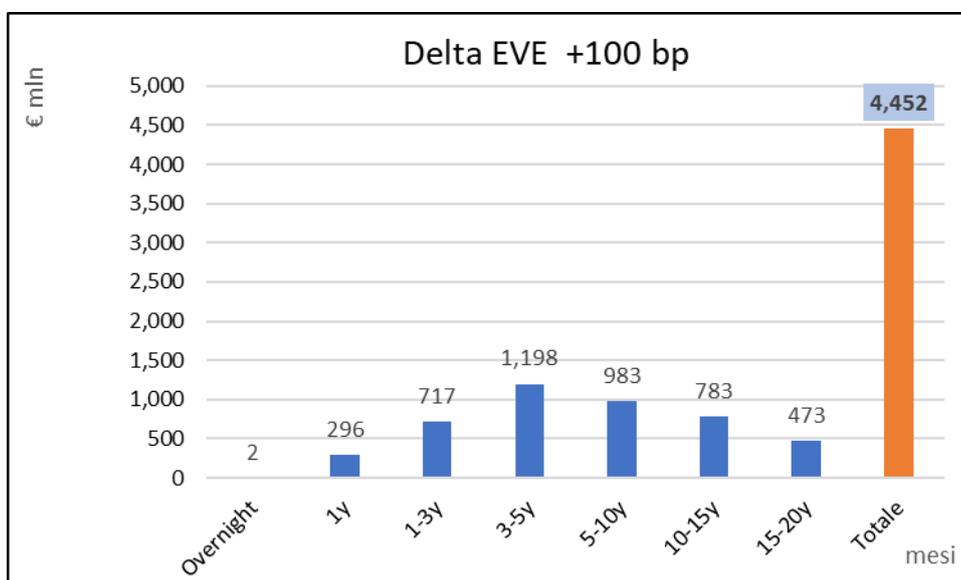


A questo punto, dopo aver stimato i fattori di sconto e avendo a disposizione i flussi di cassa sarà possibile stimare il Delta EVE, che sarà calcolato con la seguente formula:

$$\text{Delta EVE} = \sum_{j=1}^n \frac{\text{Cash flows}}{(1 + i + \Delta i)^j} - \sum_{j=1}^n \frac{\text{Cash flows}}{(1 + i)^j}$$

[65]

Figura 20. Calcolo Delta EVE complessivo.



9. Vantaggi e svantaggi della Survival Analysis per l'implementazione di modelli su prepayment e NMD's

Una volta descritta la metodologia da applicare per l'implementazione del prepayment sui mutui e del modello sui NMD's, l'elaborato illustra i vantaggi e gli svantaggi insiti nell'analisi parametrica di sopravvivenza. In particolare, nella modellazione del pagamento anticipato per l'IRRBB sono noti tali vantaggi:

- Il tasso di pagamento anticipato non è costante nel tempo e l'analisi di sopravvivenza esplicita questa caratteristica in modo naturale e semplice. Un modello di regressione ampiamente utilizzato ma non in grado di gestire tale comportamento è la regressione Logistica: tale distribuzione è un caso speciale di regressione di Sopravvivenza in cui il rischio di tasso non dipende dal tempo;
- Con l'analisi parametrica di sopravvivenza la probabilità di prepayment può essere ottenuta anche per l'istante temporale non direttamente osservato nel periodo campione basandosi sulla forma distributiva della funzione di sopravvivenza. Poiché i prestiti e i mutui possono avere una durata molto lunga, tale caratteristica risulta essere fondamentale per calcolare i flussi di cassa attesi su un ampio orizzonte temporale;
- Con i modelli parametrici è possibile misurare la dipendenza del pagamento anticipato dai tassi di interesse (tramite il coefficiente di incentivazione del rifinanziamento) e quindi simulare il comportamento del pagamento anticipato in diversi scenari di tassi di interesse;
- Inoltre, l'analisi di sopravvivenza, rispetto agli algoritmi di machine learning, fornisce una maggiore capacità di spiegazione del fenomeno in relazione ai movimenti delle variabili finanziarie, come i tassi di interesse.

Tuttavia, oltre i molteplici vantaggi la metodologia presenta due tipi di problemi: la censura e il troncamento. La censura è una forma di problema di dati mancanti molto comune nell'analisi della sopravvivenza ed è dovuta all'osservazione incompleta del tempo. Nell'analisi di prepayment, una delle forme più frequenti di censura è la censura a destra, che può verificarsi qualora la finestra di osservazione abbia una durata predefinita e l'evento rilevante non si è ancora verificato ma potrebbe verificarsi alla fine del periodo di osservazione. Per esempio, nel modello di estinzione anticipata, con data di erogazione di un prestito al tempo 0 e la fine del periodo di osservazione al tempo t , se il prestito/mutuo non ha ancora sperimentato l'evento potrebbe verificarsi in un istante temporale T maggiore rispetto a t .

Invece, il troncamento si verifica quando c'è un'esclusione dell'osservazione dal campione a causa del proprio tempo di sopravvivenza.

Nell'ambito del pagamento anticipato, il caso più frequente è il troncamento sinistro, altrimenti noto come 'ingresso ritardato', ossia quando i dati fanno il proprio ingresso nel modello successivamente al periodo 0 di accensione del mutuo/prestito.

In conclusione, per progettazione, l'analisi della sopravvivenza si occupa di eventi binari (il soggetto è vivo o morto) e i risultati derivanti dallo studio hanno carattere conclusivo.

Nell'ambito del pagamento anticipato, invece, gli eventi non sono necessariamente conclusivi (è possibile effettuare il pagamento anticipato parzialmente); inoltre, per un prestito con rimborso rateale del capitale, il verificarsi di un rimborso anticipato un anno dopo l'erogazione (quando il debito contrattuale residuo è elevato) anziché alcuni mesi prima della scadenza (quando il debito contrattuale residuo è basso) non possono essere considerati in modo equivalente.

Considerazioni analoghe circa l'estinzione anticipata devono essere fatte tenendo conto dell'aspetto residuale del contratto: ad un mutuo con debito residuo di 50.000 euro non può essere attribuito lo stesso metro di misura di un mutuo che abbia un debito residuo di 500.000 euro. Quindi, nell'analisi del pagamento anticipato, un modo per tener conto adeguatamente c.d. distintività è quello di ponderare le osservazioni per il debito in essere.

Nel caso di un pagamento anticipato parziale, non si può ignorare che può essere seguito da ulteriori pagamenti anticipati parziali e/o totali e che il verificarsi di un pagamento anticipato parziale sia un segnale di un aumento del rischio di futuri pagamenti anticipati. Questo tipo di considerazioni possono essere affrontate all'interno dell'analisi introducendo per ogni prestito specifiche variabili indicatrici (binarie) che inizialmente assumono valore 0 e, a seguito di un evento di rimborso anticipato parziale, diventano pari a 1.

CONCLUSIONI

L'obiettivo del presente elaborato è quello di delineare la modalità di gestione del rischio tasso di interesse delle banche nei limiti di quanto stabilito dal Comitato di Basilea e dall'European Banking Authority.

Tramite questa analisi è stata definita la funzione di ALM all'interno degli istituti bancari sia per quanto concerne il lungo periodo che il breve per le posizioni non incluse nel portafoglio di negoziazione.

I primi tre capitoli descrivono gli aspetti normativi e pratici di applicazione delle misure da adottare per una corretta gestione IRRBB, disquisendo prima la normativa europea e tutta la sua evoluzione successivamente incentrandosi su due tipi di misurazione del rischio tasso di interesse: Net Interest Income e Economic Value of Equity.

Mentre, il quarto ed ultimo capitolo descrive l'utilizzo dei modelli di uno dei maggiori Gruppi Bancari a livello italiano ed europeo. In particolare, grazie ad una precisa analisi svolta con i risk managers del Gruppo in questione, il lavoro illustra quali diversi modelli vengono utilizzati lato fonti ed impieghi per un corretto e costante monitoraggio del rischio tasso. Ciò che rende i modelli proprietari unici è l'utilizzo di variabili esplicative differenziate e con coefficienti/parametri che cambiano da individuo a individuo. Inoltre, a seconda della forma della distribuzione ipotizzata, il modello da come output risultati diversi a seconda delle caratteristiche e dei vantaggi/svantaggi della distribuzione esponenziale, log-normale, log-logistica e di Weibull.

Per quanto riguarda il lato attivo, la Banca utilizza un modello di Survival Analysis che consente di stimare correttamente il prepayment sui mutui in modo da presagire quando potrebbe verificarsi un'estinzione anticipata del mutuo e di conseguenza una perdita finanziaria nel caso di ribasso dei tassi di interesse. Invece, lato impieghi la Banca si serve di più modelli legati tra loro che consentano di individuare correttamente la componente stabile e non stabile dei Non Maturity Deposits. Anche in questo caso le variabili e le regressioni utilizzate sono molteplici e possono influenzare in modo differente le stime di EVE e NII. Diversamente dal prepayment sui mutui dove la variabile obiettivo è l'estinzione anticipata o meno del mutuo, l'ente creditizio per le poste a vista utilizza un altro modello di Survival Analysis così da stimare l'orizzonte temporale in cui il cliente ritira il proprio denaro dal conto.

Ciò che rende le previsioni più complicate è l'aspetto comportamentale dei clienti a seconda delle caratteristiche personali, della propria situazione finanziaria e altre componenti che ne condizionano le decisioni. Per calibrazione si intende l'utilizzo di uno standard di misurazione che funga da 'bilancia' e quindi che abbia come scopo l'adeguamento alle attuali condizioni di mercato. Un aspetto di fondamentale importanza per la calibrazione è la duration delle poste oggetto di analisi, poichè, al cambiare del valore di quest'ultima in base a shock o altre componenti che la possono influenzare, danno come output dei risultati che si discostano da quelli precedenti. Ogni banca detiene una propria politica di calibrazione che cambia in base ai propri clienti e alle policy interne al gruppo.

In conclusione, i modelli illustrati nell'elaborato devono essere reattivi e pronti a cogliere ogni segnale di allarme che possa mettere a repentaglio la propria operatività a seconda delle variazioni dei tassi di interesse.

BIBLIOGRAFIA

Associazione Italiana Financial Industry Risk Managers (AIFIRM), Rischio tasso di interesse del portafoglio bancario (IRRBB): evoluzione normativa ed implicazioni gestionali, Position Paper N°25, Febbraio 2021

Associazione Italiana Financial Industry Risk Managers (AIFIRM), The new supervisory outlier test (SOT) on net interest income (NII): empirical evidence from a sample of Italian banks, Dicembre 2022

Associazione Italiana Financial Industry Risk Managers (AIFIRM), Rischio tasso di interesse del portafoglio bancario (IRRBB): evoluzioni gestionali del nuovo contesto regolamentare e di mercato, Position Paper N°44, Maggio 2024

Banca d'Italia, Disposizioni di vigilanza per le banche, Circolare n. 285, Allegato C, Dicembre 2013

Banca d'Italia, Disposizioni di vigilanza per le banche, 32° aggiornamento Circolare n. 285, Allegato C-bis, Aprile 2020

J. Bessis, Risk Management in Banking, John Wiley & Sons, quarta edizione, Regno Unito, 2015, pp. 67-159

A. Castagna, Analysis of the New Standards to measure and manage the Interest Rate Risk of the Banking Book issued by BIS Committee, Marzo 2018

D.R. Cox e D. Oakes, Analysis of Survival Data, Regno Unito, 1998

Comitato di Basilea per la vigilanza bancaria, Principi per la gestione del rischio tasso d'interesse, Basilea, Gennaio 1997

Comitato di Basilea per la vigilanza bancaria, Principi fondamentali per un'efficace vigilanza bancaria, Basilea, Settembre 2012

Comitato di Basilea per la vigilanza bancaria, Standards: interest rate risk in the banking book, Basilea, Aprile 2016

ABE/GL/2018/02 European Banking Authority, Orientamenti sulla gestione del rischio tasso di interesse derivante da attività diverse dalla negoziazione (non-trading activities), Luglio 2018

ABE/CP/2021/36

European Banking Authority, Regulatory Technical Standards on IRRBB supervisory outlier test, Dicembre 2021

ABE/GL/2022/14

European Banking Authority, Orientamenti emanati sulla base dell'articolo 84, paragrafo 6, della direttiva 2013/36/UE che specificano i criteri per l'identificazione, la valutazione, la gestione e l'attenuazione del rischio derivante da variazioni potenziali dei tassi di interesse nonché per la valutazione e il monitoraggio del rischio derivante da variazioni potenziali dei differenziali creditizi, su attività diverse dalla negoziazione (non-trading book activities) degli enti, Ottobre 2022

M.Marimo e C. Chimedza, Survival analysis of bank loans in the presence of long-term survivors, Sudafrica, 2017

T. Martinussen e T.H. Scheike, Springer, Dynamic Regression Models for Survival Data, 2006

J. Mina e J.Y.Xiao, Return to RiskMetrics: The Evolution of a Standard, New York, Aprile 2001, pp. 65-75

J. P. Morgan e Reuters, RiskMetrics – Technical Document, quarta edizione, New York, Dicembre 1996, pp. 3-36 e pp. 105-134

A. Naskar e A. Banerjee, Behavioural modelling- prepayment of term loans, 2017

A. Resti e A.Sironi, Risk management and shareholders' value in banking, John Wiley & Sons, Inghilterra, 2007, pp. 1-67

A. Resti e A. Sironi, Rischio e valore nelle banche: misura, regolamentazione, gestione; Egea S.p.A. Milano, 2008, pp. 11-70 e pp. 153-173

E. Schwartz e W.N. Torous "Rational Prepayment and the Valuation of Mortgage-Backed Securities", The Journal of Finance, 1995

Tableman M. e Jong Sung K., Chapman & Hall, Analisi della sopravvivenza utilizzando S, Portland (USA), 2012

A.M. Tarantola, Il ruolo del risk management per un efficace presidio dei rischi, Milano, Novembre 2011

SITOGRAFIA

Banca d'Italia, <https://www.bancaditalia.it/>

Bankpedia, <https://www.bankpedia.org/>

Basel Committee, <https://www.bis.org/bcbs/index.htm>

Corporate Finance Institute, <https://corporatefinanceinstitute.com/>

CFA Institute, <https://www.cfainstitute.org/>

European Banking Authority, <https://www.eba.europa.eu/homepage>

Investopedia, <https://www.investopedia.com/>

Risk.net, <https://www.risk.net/>

Rulebook Central Bank of the U.A.E., <https://rulebook.centralbank.ae/en>