Misurazione IRRBB

Modelli comportamentali in condizioni di incertezza

Il caso delle poste prive di scadenze contrattuali

ABI Supervision Risks & Profitability

Milano, 10.6.2025

Carlo Palego

C.R.O. Gruppo CR Asti

Di cosa trattiamo…

- La corretta misurazione dello IRRBB (base dell’ALM di una base commerciale) dipende molto dal trattamento delle **poste *interest rate sensitive* prive di scadenza contrattuale**
- Inserire correttamente poste *interest rate sensitive* prive di scadenza contrattuale in uno scadenziere (nella fattispecie che trattiamo la ***IRRBB*** o ***Repricing Maturity Ladder***), richiede la modellizzazione di comportamenti ricorrenti e decisioni degli operatori (banche e clienti)
- In un contesto di incertezza la misurazione del rischio (nella fattispecie che trattiamo lo IRRBB) tramite **modelli comportamentali** è difficoltosa e afflitta da elevato ***model risk***

Presentiamo qui un approccio al trattamento dei *non maturing loans/deposits* finalizzato alla gestione/mitigazione di queste problematiche

IRRBB – Non maturing loans / deposits
L'importanza di un appropriato trattamento in maturity ladder

- **Misurare correttamente lo IRRBB** assume particolare rilevanza sia per gli impatti sulla gestione d'impresa (ALM) sia per l'attenzione riservata al tema dal Supervisor che nel quadro del suo Review Process sottopone le banche vigilate a periodico test (SOT, con soglia di attenzione fissata per i gruppi bancari al 15% del patrimonio netto, con la misurazione EV)

- **Trattamento appropriato delle poste a vista e a revoca nella IRRBB maturity ladder**. Nel caso delle banche commerciali italiane sono in particolare quantitativamente rilevanti le poste a vista e a revoca passive (*non maturing deposits*), che giungono a costituire tra il 60% - 70% della loro raccolta diretta. Il loro trattamento appropriato nella IRRBB Maturity Ladder è dunque essenziale ai fini della corretta misurazione dello IRRBB

- **In generale:**
  1. **in una *repricing maturity ladder* le poste sensibili ai tassi di interesse di mercato vanno incluse nei bucket temporali della *ladder* corrispondenti ai tempi del loro riprezzamento cioè del *reset* del loro tasso, che:**
     1. **per le poste con rendimento nominale indicizzato ad un tasso di interesse di mercato coincidono di norma con il tenore o durata di questo tasso di mercato (<u>contrattualmente fissato</u>);**
     2. **per le poste a tasso fisso coincidono con il tempo di scadenza o con i tempi delle scadenze periodiche (rimborsi / ritiro fondi) <u>contrattualmente fissati</u>**

Ma come inserire nella nostra IRRBB *maturity ladder* poste prive di scadenze (sia quanto a rinegoziazione del tasso sia quanto a rimborso/ritiro fondi) desumibili dai contratti?

Misurare lo IRRBB: i criteri di base per il popolamento della *repricing maturity ladder* nel caso delle"poste prive di scadenza contrattuale" (1/2)

- **Nel caso specifico dei non maturing loans e deposits** (c.d. poste a vista e a revoca – *sight loans/deposits*):

1. **le poste della specie vanno opportunamente segmentate (con ciascun cluster PaV individuato da più dimensioni: attività (*loan*) / passività (*deposit*) /clientela privata / clientela imprese…)**
2. **Ciascun cluster PaV con cui abbiamo segmentato lo stock delle PaV della nostra banca va ulteriormente suddiviso in parte Non Core (volatile) da allocare nel bucket a vista e parte Core (stabile) da spalmare in un certo arco temporale**
   a) **N.B.: i bucket temporali della IRRBB o repricing Maturity Ladder su cui allocare la parte Core di una posta a vista vanno dalla fascia vista fino al time bucket cosiddetto di *cut off (idealmente da stimare per ciascun cluster paV in cui abbiamo segmentato l'insieme totale della poste a vista presenti nel bilancio della nostra banca. Esistono riferimenti, anche se in linea di principio non vincolanti, nella normativa prudenziale.***
3. **la banca deve individuare un tasso di mercato pivot o di riferimento, idealmente per ciascun cluster PaV in cui è stato segmentato l'aggregato**
   i. **Si considera di norma per ciascuno dei cluster in cui segmentiamo le nostre PaV un tasso di mercato monetario a breve sufficientemente liquido (ad esempio, nel caso delle PaV denominate in EUR, Euribor o Eonia a 1m, 3 m, 6m)**
   ii. **N.B.: nella misura in cui adottiamo tassi differenziati riusciamo almeno in parte a considerare rischi di base nella misurazione dello IRRBB.**

4. **mancando riferimenti contrattuali sia quanto a tempi del *repricing* (revisione del tasso) sia quanto a tempi delle scadenze (i.e.: abbattimento del capitale), al fine di rappresentare queste poste in modo corretto nella IRRBB Maturity Ladder, la banca dovrà stimare (N.B.: per ciascun cluster PaV), mediante appropriati modelli:**
   i. **i tempi del *repricing* di queste poste senza che siano scadute (quindi a parità di volume)**
   ii. **I tempi delle loro scadenze (i.e.: tempi di abbattimento del volume causa rimborsi o ritiro fondi che non abbiano in precedenza riprezzato)**

   I modelli con cui vengono stimati questi tempi (e di conseguenza i bucket temporali della IRRBB Maturity Ladder sui quali spalmare i nostri cluster PaV) sono detti modelli comportamentali).

Misurare lo IRRBB: i criteri di base per il popolamento della *repricing maturity ladder* nel caso delle “poste prive di scadenza contrattuale” (2/2)

Riepiloghiamo le regole di base per il popolamento della *IRRBB* o *repricing maturity ladder*:

Per ciascun cluster PaV in cui abbiamo segmentato il nostro stock di *sight items*

1. **Nel bucket a vista della *maturity ladder* varrà allocata**:

   a) la quota **Non Core del volume totale del dato cluster PaV +**

   b) l’**eventuale** quota **Core del dato cluster PaV** che riprezza subito adeguandosi pienamente alla variazione iniziale in qualche modo imposta al tasso di mercato di riferimento (tasso di mercato pivot) del dato cluster PaV → **è l’equazione comportamentale «tassi» a dirci se tale quota del V_Core è significativa**

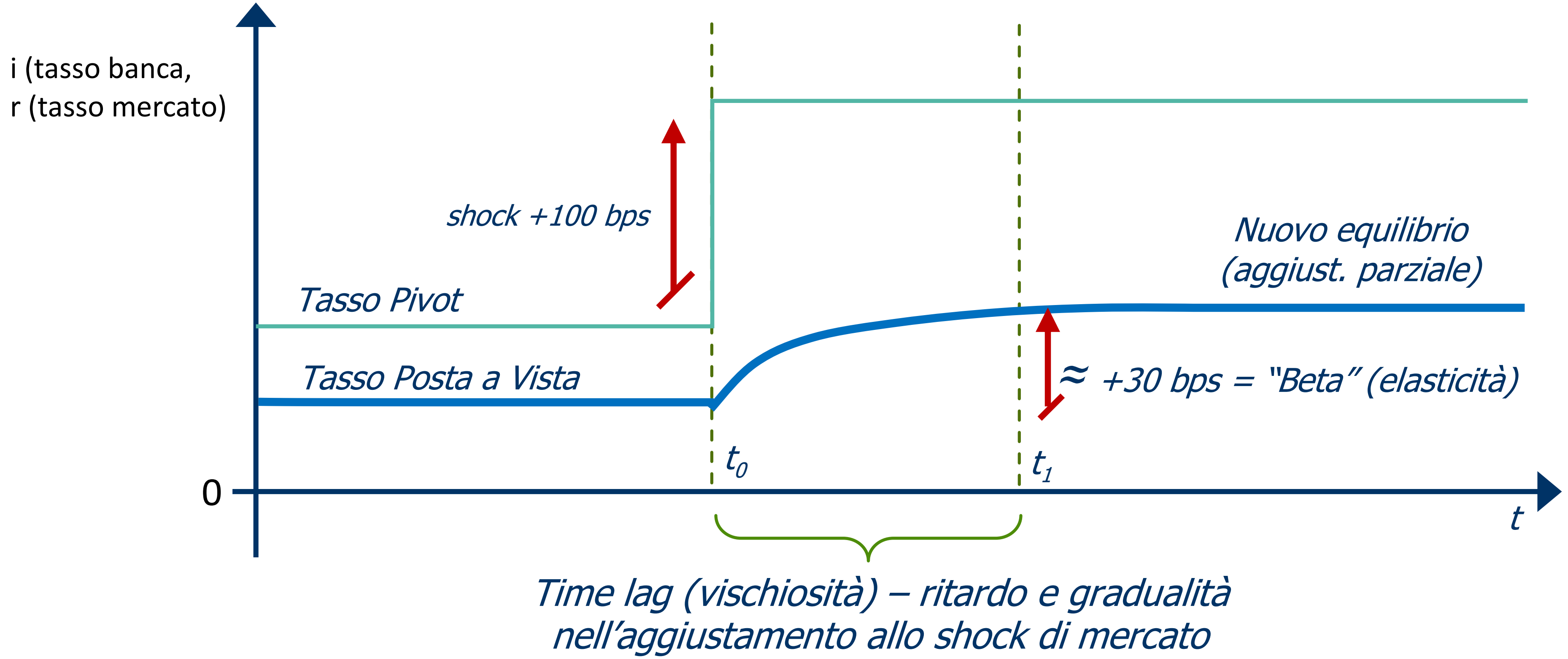
2. **In ciascuna fascia o *time bucket* della IRRBB *maturity ladder* successivo a quello a vista e non oltre il suo *cut off time bucket*) verrà allocata una quota del volume Core del dato cluster PaV che:**

   a. riprezza in risposta a una variazione iniziale del tasso mercato pivot (secondo modello comportamentale «tassi») essendo ancora in essere in quella fascia temporale (secondo modello «volumi»)

   b. scade (è rimborsata/ritirata) in quella fascia temporale (secondo modello «volumi») non avendo sino a quel momento (cioè sino a quella fascia temporale) riprezzato (secondo modello comportamentale «tassi»)

Parte Core del dato cluster PaV

La dinamica temporale del tasso banca in risposta a uno shock o *bump* del tasso di mercato pivot per quel cluster



Idea di base ai fini del popolamento della maturity ladder del modello comportamentale tassi:

percentuale di adeguamento del tasso banca **Z_t% ≤ β% [con $t_0 \leq t \leq t_1$] * volume Core del dato cluster PaV** = **quota del volume Core del dato cluster PaV sulla quale al tempo t (time bucket t) il tasso banca si è pienamente adeguato allo shock iniziale del tasso di mercato pivot→ (Z_t% - Z_{t-1}%) * quota del volume Core del dato cluster PaV = quota del volume Core del dato cluster PaV che riprezza in risposta a variazioni del tasso di mercato pivot (adeguandosi pienamente allo shock di tasso) esattamente al time bucket t [t-1 - t] della IRRBB maturity ladder**

IRRBB – Non maturing loans / deposits: modellare la dinamica temporale del tasso incassato (sui sight loans) o pagato (sui sight deposits) dalla banca (2/2)

Modello comportamentale Tassi

Per ciascun cluster PaV (parte Core)

$i_t = \alpha + \sum_{k=1}^{K}\left(\beta_0^k X_t^k + \cdots + \beta_q^k X_{t-q}^k\right) + \varepsilon_t^i$ **(equazione comportamentale «tassi»)**

i_t = tasso d'interesse banca al tempo t , **con t = 0,…,T e T ≤ *cut off time***

X_j^k *con j* =0,…,t-q regressore k-esimo rilevato al tempo j=t- q (con q = 0,…) (in genere q=1)

- **tasso di puro mercato di riferimento o sua trasformazione** (media mobile, variazione in dato arco temporale, ecc.) rilevato al tempo t e ai tempi t-q
- **il tasso banca i_{t-q}** ritardato rispetto al tempo t fino a q periodi (in genere q=1) → EC models

Per popolare la IRRBB maturity ladder con i tempi di rinegoziazione del tasso di una posta a vista si utilizza di norma un metodo numerico Cioè: applicando un dato shock (±%) al tasso di mercato di riferimento (tasso pivot) del dato cluster PaV, in base all'equazione comportametale «tassi» stimata determino:

Δi_t % Con t = 0=bucket a vista,…, cut off time bucket (quest'ultimo da determinarsi per ogni dato cluster PaV)

= percentuale di adeguamento del tasso banca (i.e.: applicato dalla banca sul dato cluster PaV) allo shock iniziale (±%) imposto al tasso di mercato di riferimento, **al tempo (time bucket) t della maturity ladder (con 0≤t ≤cut off time calcolato per il dato cluster PaV) →** regola di **repricing cumulato**

(Δi_t % - Δi_{t-1}%)* PaV parte Core (= % del volume della parte Core del dato segmento PaV in essere (non ancora scaduta) al tempo t che riprezza in questo time bucket , con t = 1,…,Cut off time

N.B.: Con l'equazione tassi opportunamente formulata (il tipico esempio è la formulazione EC model) è possibile determinare anche **Δi_0 %** e quindi **Δi_0 % * PaV_parte Core**, che è la parte del volume Core da immettere nel bucket a vista (bucket t_0) della IRRBB maturity ladder, in aggiunta pertanto alla parte Non Core del volume del dato cluster PaV in quanto riprezza immediatamente in risposta alla variazione imposta al tasso di mercato pivot

IRRBB – Non maturing loans / deposits: modellare la dinamica temporale della quota Core del volume di un cluster PaV

Modello Volumi (parte core)

$$VC^{\alpha}_{t_{0+h\,mesi}} = VC_{t_0} \text{ o } VC^{\alpha}_{t_0} * \exp(\sigma_{\epsilon} q_{1-\alpha}\sqrt{h})$$

Se t + h mesi > cut off time → $V^{\alpha}_{t+h\,mesi} = 0$

Time Decay in senso stretto: $VC^{\alpha}_{t-1} - VC^{\alpha}_{t} > 0$

Non è un modello comportamentale

VC^{α}_{t} = Volume core (del dato cluster PaV) minimo disponibile con probabilità 1-α al tempo t (time bucket t della maturity ladder)

$q_{1-\alpha}$ = quantile della distribuzione nota (di norma gaussiana) corrispondente al livello di confidenza α

$$\Delta \boldsymbol{ln}(\boldsymbol{VC})^{\alpha}{}_{t} = \alpha + \sum_{i=2}^{4} \gamma_i \mathbf{1}[Qu_i = 1] + \sum_{k=1}^{K}\left[\left(\beta_0^k X_t^k + \cdots + \beta_q^k X_{t-q}^k\right)\right] + \epsilon_t^V$$

Con t = 1,…, T≤cut off time ; se t > cut off time → V_t =0

$\Delta ln(VC)_t$ = *variazione logartmica del volume core del dato cluster PaV*

(equazione comportamentale «volumi»:
configura un time decay debole: $VC^{\alpha}_{t-1} - VC^{\alpha}_{t} \geq 0$

X_t^k = *lista dei K regressori selezionati per il modello volumi*: **tasso di mercato di riferimento del dato cluster PaV e/o sue trasformazioni con q ritardi temporali**; **il tasso praticato dalla banca su quel cluster PaV e/o sue trasformazioni con q ritardi temporali** (quest'ultimo a sua volta funzione del tasso di mercato di riferimento in base al modello tassi; cfr. slide 19)

$1[Qu_i = 1]$ = variabile binaria che coglie l'effetto stagionalità

Stimati via regressione (di norma lineare) i coefficienti γ_i e β_j^k *con* $k = 1, \dots, K$ *e* $j = 0, \dots$, t-q dell'equazione volumi , ottengo la variazione del volume Core del dato cluster PaV in ogni time bucket della maturity ladder non oltre il *cut off time bucket*, in risposta a variazioni dei regressori dell'equazione volumi, sotto il vincolo di decrescenza debole di VC_t

La differenza cruciale rispetto al precedente modello (time decay in senso stretto) è che in questa formulazione alternativa **anche la variazione del volume del dato cluster PaV è funzione del tasso di mercato di riferimento**, oltre che del tasso praticato dalla banca su quel cluster (a sua volta funzione del tasso di mercato di riferimento in base al modello comportamentale tassi). **Consegue che in questa modellizzazione allo shock imposto al tasso di mercato di riferimento del dato cluster PaV e alla conseguente variazione del tasso banca (cfr. equazione tassi) il volume Core del dato cluster PaV reagisce** .Vediamo meglio cosa ciò implica nelle slide successive.

In entrambi le specificazioni è immediatamente calcolabile (per differenza) la quota che scade (cioè l'abbattimento di quota capitale in base al processo di time decay, forte o debole che lo si ipotizzi) in ciascun time bucket [t-1, t] della IRRBB maturity ladder:

$$VC^{\alpha}_{t-1} - VC^{\alpha}_{t} = \boldsymbol{Deflusso\_Core}^{\alpha}_{time\ bucket\ t} \quad \text{con } t = 1,\dots, T \leq \textit{cut off time}$$

IRRBB – Non maturing loans / deposits: popolare la IRRBB Maturity Ladder con le poste a vista/revoca

1. **Si utilizza metodo numerico: imponiamo a t_0 una variazione % (*bump ±%*) del fattore di rischio di base del dato cluster PaV. Per ciascun passo temporale t (time bucket t della IRRBB maturity ladder) avremo in forza dell'equazione comportamentale tassi:**

$$Z_t^c\% = \frac{i_t^{bump} - i_o^{no\ bump}}{bump} \quad (regola\ di\ repricing\ del\ tasso\ banca\ cumulato\ al\ tempo\ t, con\ t = estremo\ superiore\ del\ time\ bucket\ t\ della\ maturity\ ladder)$$

$Z_0^c\% = \frac{i_0^{bump} - i_o^{no\ bump}}{bump}$ *%repricing immediato del tasso banca (da allocare nel bucket a vista della maturity ladder)*

$Z_t^{time\ bucket}\% = Z_t^c\% - Z_{t-1}^c\%$ con t = 1,…,T *%repricing (non cumulato) nel time bucket t [t-1, t] della maturity ladder*

Modello comportamentale Tassi slide 20

2. **Consideriamo ora il modello volumi applicato alla parte Core del dato cluster PaV. Sia:**

$Deflusso\_Core_{time\ bucket\ t}^{\alpha} = Volume\ Core_{t-1}^{\alpha} - Volume\ Core_t^{\alpha}$ (per i volumi è ipotizzato un processo time decay in senso stretto o debole,.

Con:

$Deflusso\_Core_{time\ bucket\ t}^{\alpha}$ = quota del volume Core del dato cluster PaV che scade (cioè è rimborsata o ritirata dal cliente) al time bucket t della IRRBB Maturity Ladder

$Volume\ Core_{t-1}^{\alpha} > Volume\ Core_t^{\alpha}$ nel caso di time decay in senso stretto oppure $Volume\ Core_{t-1}^{\alpha} \geq Volume\ Core_t^{\alpha}$ nel caso di time decay debole**)**

Modello Volumi slide 23

3. **Mettendo insieme l'output dei modelli Tassi e Volumi abbiamo la percentuale della parte Core del dato cluster PaV da allocare (N.B.: quanto a tempo di repricing) in ciascuno dei time bucket della nostra IRRBB Maturity Ladder nei quali spalmiamo (tra il bucket a vista e il cut off time) il volume Core del nostro cluster PaV:**

$Z_0^c\% * Core_{t_0}$ → **Modello tassi**

= quanta parte del volume Core del dato cluster PaV eventualmente riprezza immediatamente in risposta all'iniziale shock di tasso (eventualmente = se nell'equazione tassi è statisticamente significativo il regressore «variazione istantanea del tasso di mercato pivot» rispetto alla variabile target «tasso banca applicato sul dato cluster PaV rilevato nel medesimo tempo dello shock di tasso pivot»)

$z_t^{time\ bucket}\% * \sum_{i=t}^{T} Deflusso\_Core_{time\ bucket\ i}^{\alpha}$ = **Sensitive Allocation** al time bucket [t-1, t] → **modelli tassi e volumi**

= quanta parte del volume core del dato cluster PaV riprezza (adeguandosi al bump iniziale del tasso di mercato) al time bucket t

$Deflusso\_Core_{time\ bucket\ t}^{\alpha} * \left(100\% - \sum_{i=0}^{t} z_i^{time\ bucket}\%\right)$ = **Fixed Allocation** al time bucket [t-1, t] → **modelli tassi e volumi**

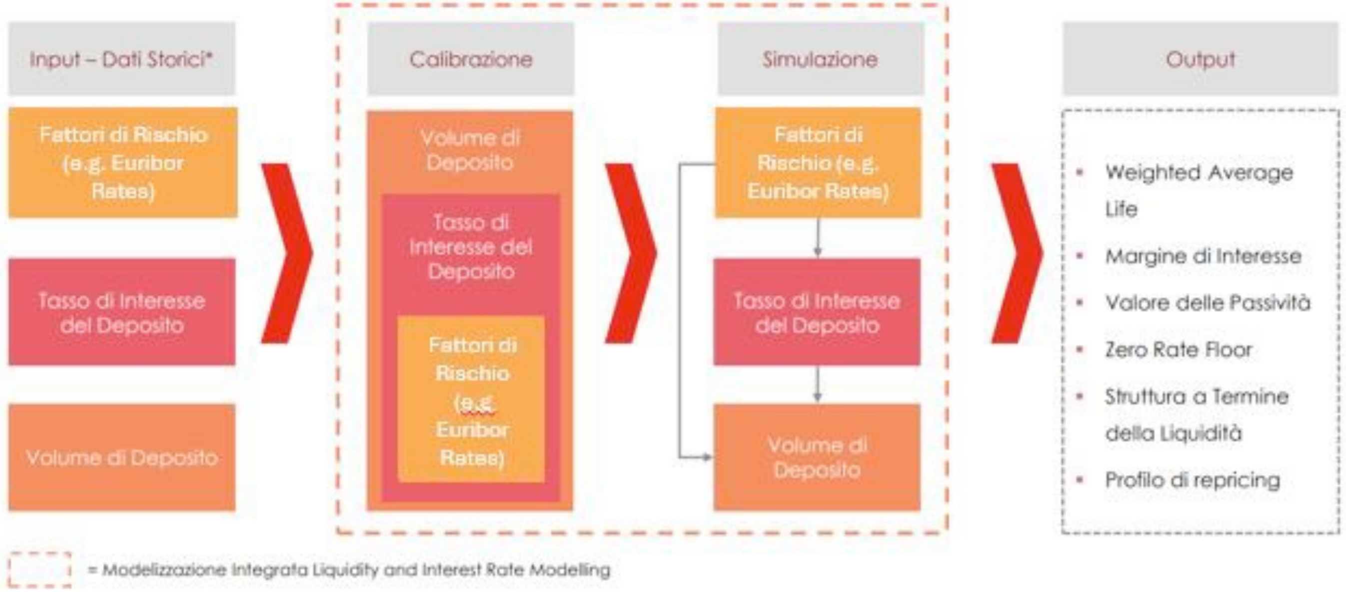
= quanta parte del volume core del dato cluster PaV scade cioè si abbatte nel time bucket t non avendo precedentemente, cioè nei time bucket precedenti al time bucket t , riprezzato

4. $Total\_Allocation_{time\ bucket\ t}^{\alpha} = Sensitive\_Allocation_{time\ bucket\ t}^{\alpha} + Fixed\_Allocation_{time\ bucket\ t}^{\alpha}$

IRRBB – Non maturing loans / deposits: l’approccio che proponiamo per un corretto trattamento delle poste della specie in IRRBB (repricing) Maturity Ladder in un contesto di incertezza (1/9)

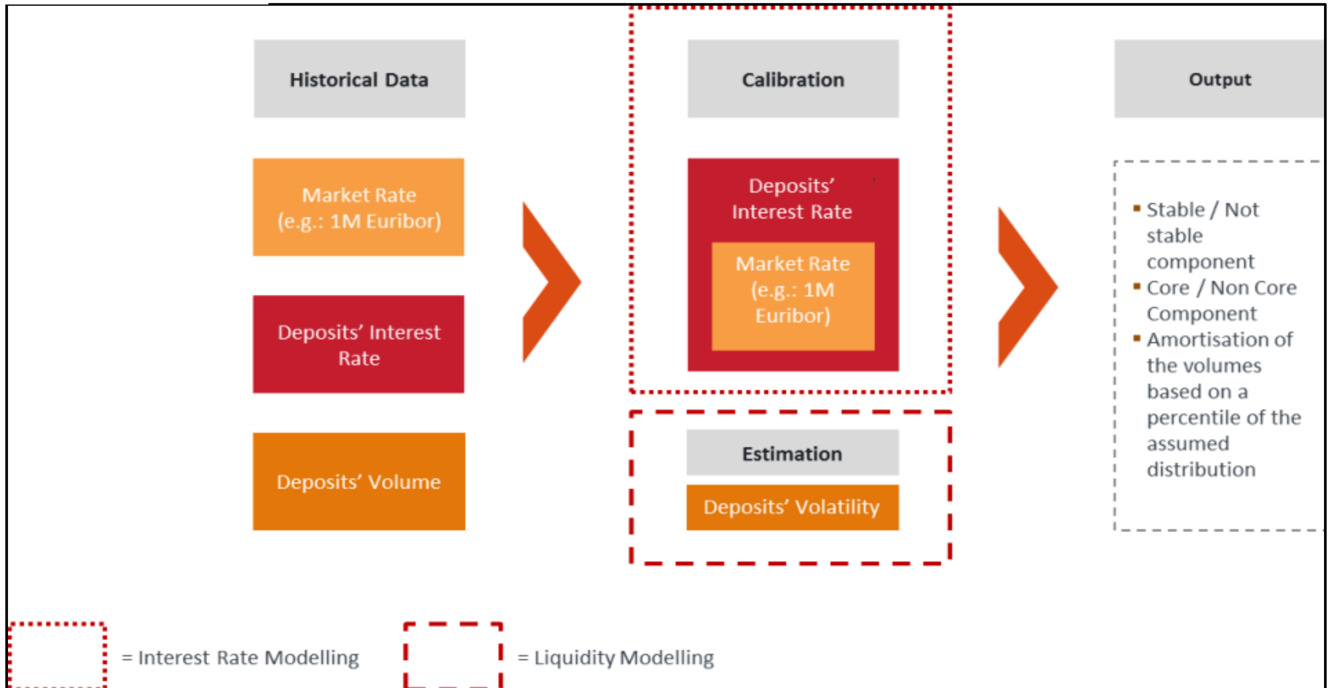
- Il modello che proponiamo per il trattamento delle PaV nella IRRBB maturity ladder e quindi per finalità di misurazione dello IRRBB:
  - ➢ Tiene esplicito conto delle **variabili rilevanti che incidono sul comportamento di banche e clienti** sia quanto a rinegoziazione del tasso su tali poste sia quanto a rimborso o ritiro fondi (quindi utilizza modelli comportamentali «tassi» e «volumi»)
  - ➢ Tiene conto della **natura stocastica** dei fattori di rischio **a partire da quello di puro mercato**
  - ➢ genera una dinamica temporale coerente dei tassi praticati dalla banca sui vari cluster PaV e dei volumi *core* di tali cluster, in risposta a variazioni dei tassi di mercato di riferimento, dei quali considera **esplicitamente** il processo stocastico (cioè la loro dinamica temporale)
  - ➢ gestisce il problema **dell’elevato model risk** tipicamente associato ai modelli comportamentali e in particolare alla **scelta del modello *best performing***
  - ➢ A partire dai processi stocastici definiti per i fattori di rischio di base (i tassi di mercato di riferimento dei vari cluster PaV) consente di simulare (**simulazione Montecarlo**) n *path temporali* del tasso praticato dalla banca sul dato cluster PaV (equazione tassi) e quindi del volume *core* di tale cluster (equazione volumi, sotto il vincolo di decrescenza debole;, **ottenendo in tal modo per ciascun time bucket (da quello a vista a quello di *cut off*) della IRRBB maturity ladder la distribuzione (anziché un valore puntuale) dell’ammontare della quota Core del dato cluster PaV che scade in quel time bucket**

IRRBB – Non maturing loans / deposits: l'approccio che proponiamo per un corretto trattamento delle poste della specie in IRRBB (repricing) Maturity Ladder in un contesto di incertezza (2/ 9)



Approccio che proponiamo

Approccio comunemente adottato



- **Modello comportamentale tassi:** per ogni cluster PaV va specificata e calibrata un'equazione comportamentale «tassi» con conseguente applicazione dell'usuale metodo numerico (sin qui ***business as usual, come in slide 24***):

i.e.: applico un *bump* iniziale (±%) del tasso di mercato pivot nell'equazione tassi stimata e determino:

$Z_t^c\% = \frac{i_t^{bump} - i_0^{no\ bump}}{bump}$ con t = 0,…,T ≤ *cut off time* (regola di repricing cumulata) e:

$Z_t^{time\ bucket}\% = Z_t^c\% - Z_{t-1}^c\ \%$ *%repricing al time bucket t [t-1, t] della IRRBB maturity ladder del tasso banca in risposta al bump iniziale imposto al tasso di mercato di riferimento*

Sicché:

$Z_t^c\% * \ Core_{t_0}^{\alpha} = \boldsymbol{parte\ del\ Core\ iniziale\ da\ allocare\ nella\ fascia\ a\ vista\ in\ quanto\ reagisce\ immediatamente\ al\ bump\ di\ tasso\ iniziale}$

$z_t^{time\ bucket}\%* \sum_{i=t}^{T} Deflusso\_Core_{time\ bucket\ i}^{\alpha}$ **= Sensitive Allocation al time bucket [t-1, t]**

Occorre dunque determinare $Deflusso\_Core_{time\ bucket\ t}^{\alpha} = Volume\ Core_{t-1}^{\alpha} - Volume\ Core_t^{\alpha}$ per t = 1,…,T ≤ cut off time

- **Modello comportamentale volumi: per ogni cluster PaV va specificata un'equazione comportamentale «volumi»** al fine di determinare $Volume\ Core_t^{\alpha}$ (= volume Core disponibile o volume Core

minimo disponibile con probabilità 1-α al tempo t) e quindi $Deflusso\_Core_{time\ bucket\ t}^{\alpha} = Volume\ Core_{t-1}^{\alpha} - Volume\ Core_t^{\alpha}$

quindi :

$Deflusso\_Core_{time\ bucket\ t}^{\alpha} * \left(100\% - \sum_{i=0}^{t} z_i^{time\ bucket}\%\right)$ **= Fixed Allocation al time bucket [t-1, t]** (qui sta **l'approccio innovativo che proponiamo**).

1. Si determina un processo stocastico per il fattore di rischio di base (tasso di mercato pivot)
2. Si imposta una equazione volumi: non un processo di time decay in senso stretto ma un processo decrescente nel tempo in senso debole

Si imposta simulazione Montecarlo sulla base del **processo stocastico definito per il fattore di rischio di base** e delle **equazioni comportamentale tassi e volumi**

IRRBB – Non maturing loans / deposits: l'approccio che proponiamo per un corretto trattamento delle poste della specie in IRRBB (repricing) Maturity Ladder in un contesto di incertezza (4/9)

Determinare $\boldsymbol{Volume\ Core_t^{\alpha}}$ (Volume Core ancora in essere al tempo t con probabilità 1- α)

1. La dinamica temporale del tasso di mercato di riferimento

- Il modello che descrive la dinamica temporale del tasso di mercato non è un modello comportamentale
- Particolarmente adatti sono allo scopo gli equilibrium model del tasso a breve , ampiamente descritti in letteratura, calibrati in modo da replicare i prezzi di zero coupon *risk free* e con diverse scadenze quotati sul mercato

Esempio:

CIR++ Model

$$r_t = \varphi_t + x_t$$

$$dx_t = k_x * (\theta_x - x_t)dt + \sigma_x \sqrt{x_t} dW_t^x$$

Il processo CIR per x_t
ha una barriera inferiore al livello 0, cosicché valori negativi del tasso a breve di mercato possono essere riprodotti solo agendo sulla componente deterministica φ_t di r_t

Extended Vasicek Model

$$r_t = \varphi_t + x_t$$

$$dx_t = k_x * (\theta_x - x_t)dt + \sigma_x dW_t^x$$

$\varphi_t = componente\ deterministica$
xt = componente deterministica
k_x= tasso di convergenza su θ_x
$\theta_x = tasso\ di\ interesse\ di\ equilibrio$

Il processo Vasicek per x_t non è inferiormente limitato a 0 e genera pertanto con maggiore frequenza scenari di tasso di mercato negativo

IRRBB – Non maturing loans / deposits: l'approccio che proponiamo per un corretto trattamento delle poste della specie in IRRBB (repricing) Maturity Ladder in un contesto di incertezza (5/ 9)

Determinare per ciascun cluster PaV $\boldsymbol{Volume\ Core_t^{\alpha}}$ (=Volume Core ancora in essere al tempo t con probabilità 1- α)

2. Le equazioni che descrivono la dinamica temporale del tasso banca e del volume Core

L'equazione comportamentale tassi

$$\boldsymbol{i_t = \alpha + \sum_{k=1}^{K}(\beta_0^k X_t^k + \cdots + \beta_q^k X_{t-q}^k) + \varepsilon_t^i}$$

I regressori X^k dell'equazione tassi:

1. Tasso di mercato pivot in livello
2. Differenza assoluta del tasso di mercato pivot tra due periodi consecutivi
3. Media mobile a quattro periodi del tasso di mercato;
4. Differenza assoluta della media mobile a quattro periodi del tasso di mercato pivot calcolata tra due periodi consecutivi

Ciascun regressore rilevato con q ritardi

Regola di base per i segni dei regressori nell'equazione tassi: si assume correlazione positiva ancorché in generale imperfetta, tra tasso di mercato pivot del dato cluster PaV e tasso praticato dalla banca su quel cluster

L'equazione comportamentale volumi

$$\boldsymbol{\Delta ln(VC)_t = \alpha + \sum_{i=2}^{4}\gamma_i 1[Qu_i = 1] + \sum_{k=1}^{K}[(\beta_0^k X_t^k + \cdots + \beta_q^k X_{t-q}^k)] + \epsilon_t^V}$$

I regressori X^k dell'equazione volumi

1. Tasso banca in livello
2. Differenza assoluta tasso banca rilevato in due periodi consecutivi
3. Media mobile a quattro periodi del tasso banca
4. Differenza assoluta della media mobile a quattro periodi del tasso banca calcolata tra due periodi consecutivi
5. Tasso di mercato pivot in livello
6. Tasso di mercato pivot in livello;
7. Differenza assoluta del tasso di mercato pivot tra due periodi consecutivi;
8. Media mobile a quattro periodi del tasso di mercato;
9. Differenza assoluta della media mobile a quattro periodi del tasso di mercato pivot calcolata tra due periodi consecutivi

Ciascun regressore rilevato con q ritardi

Regole di base per i segni dei regressori nell'equazione volumi:

1. si assume correlazione positiva / negativa, ancorché in generale imperfetta, tra tasso di mercato pivot dei cluster di PaV attive / passive e volumi Core di tali cluster;
2. si assume correlazione negativa / positiva, ancorché in generale imperfetta , tra tasso banca praticato sui cluster di PaV attive/ passive e volumi Core di tali cluster

IRRBB – Non maturing loans / deposits: l'approccio che proponiamo per un corretto trattamento delle poste della specie in IRRBB (repricing) Maturity Ladder in un contesto di incertezza (6/ 9)

Determinare $\boldsymbol{Volume\ Core_t^{\alpha}}$ (Volume Core ancora in essere al tempo t con probabilità 1- α)

La simulazione Montecarlo

Per ogni cluster PaV:

1. Con CIR++ e/o Extended Vasicek simulo via ***Montecarlo numerical procedure*** (n-mila *simulation runs*) la dinamica temporale del tasso di mercato a breve o tasso pivot del dato cluster PaV (*stochastic risk factor*)
2. Per ogni *simulation run* ottengo - via equazioni comportamentali tassi e volumi (cfr. slide precedente) - ad ogni passo temporale (i.e.: in ciascun time bucket in cui è suddiviso nella *IRRBB maturity ladder* il periodo di *repricing* – per rinegoziazione tasso o rimborso/ritiro fondi - del dato cluster PaV) la risposta del tasso banca e del volume Core del cluster.

Il risultato finale della simulazione Montecarlo è: una distribuzione in ciascun time bucket rilevante [t -1; t] con: t =1,…, T ≤ *cut off time* della *Repricing Maturity Ladder* di possibili valori di $\boldsymbol{Volume\ Core_t^{\alpha}}$ (ciascun di questi valori ottenuto in esito alla Montecarlo Simulation) e quindi una distribuzione di possibili valori per:

$$\boldsymbol{Deflusso_t^{\alpha} = Volume\ Core_{t-1}^{\alpha} - Volume\ Core_t^{\alpha}}$$

Fissando un opportuno percentile (ad esempio «mediana») ottengo un unico valore di $\boldsymbol{Deflusso_t^{\alpha}}$= $\boldsymbol{Deflusso_t^{0,5}}$

Pertanto :

$\boldsymbol{z_t^{time\ bucket}}$%* $\sum_{i=t}^{T} \boldsymbol{Deflusso\_Core_{time\ bucket\ i}^{0,5}}$= **Sensitive Allocation al time bucket [t-1, t] con probabilità 50%**

$\boldsymbol{Deflusso\_Core_{time\ bucket\ t}^{0,5}} * \left(\mathbf{100}\% - \sum_{i=0}^{t} \boldsymbol{z_i^{time\ bucket}}\%\right)$ = **Fixed Allocation al time bucket [t-1, t] con probabilità 50%**

Total Allocation in ciascun time bucket t [t-1, t] con probabilità 50% = Sensitive Allocation al time bucket [t-1, t] + Fixed Allocation al time bucket [t-1, t]

La stima del vettore dei coefficienti dei regressori X_{t-q}^{k} nelle equazioni comportamentali «tassi» e «volumi»: **gestire il model Risk**

Idea di base:

Individuato un set di potenziali regressori («long list») si prende atto che non esiste un modello comportamentale «superiore» cioè più performante in senso assoluto

Si provano pertanto diverse combinazioni dei regressori (sia nel modello «tassi» che nel modello «volumi») per ognuna delle quali si imposta una regressione OLS valutando robustezza, significatività statistica e senso economico

Ciascuna combinazione di regressori giudicata in base ai test significativa configurerà un «Modello»: si ottiene cioè una short list di modelli

La stima del vettore dei coefficienti dei regressori X_{t-q}^{k} nelle equazioni comportamentali «tassi» e «volumi»: **gestire il model Risk**

Applico tecniche bayesiane per stimare i coefficienti delle variabili esplicative (regressori) selezionati, tenendo conto di tutti i modelli della short list modelli

La stima del vettore dei coefficienti dei regressori X_{t-q}^{k} nelle equazioni comportamentali «tassi» e «volumi»: **gestire il model Risk**

Assegno probabilità a priori e a posteriori a ciascuno dei modelli in short list

P (M_j |y) = probabilità a posteriori dello j-esimo modello =

$$P(M_j|y) = \frac{P(M_j) * N_j^{\frac{k_j}{2}} * RSS_J^{\frac{N_j}{2}}}{\sum_{i=1}^{I} P(M_i) * N_i^{\frac{k_i}{2}} * RSS_i^{\frac{N_i}{2}}}$$

$$\boldsymbol{E[\beta_j|y] = \sum_{i=1}^{I} P(M_i|y)} * \beta_{i,j}$$

$\beta_{i,j}$ = coefficiente OLS stimato per il regressore j-esimo nel modello i-esimo

$P(M_j|y)$ = probabilità a posteriori del modello j-esimo
$P(M_j)$= probabilità a priori del modello j-esimo
RSS_j = Somma dei quadrati dei residui del modello j-esimo
N_j = numero osservazioni del modello j-esimo
K_j = numero di regressori del modello j-esimo
y = vettore dei dati disponibili

In tal modo tutti i regressori presenti nei modelli inclusi nella ***short list*** **«modelli»** sono presenti nella specificazione finale del modello comportamentale (sia «tassi» che «volumi») con coefficiente associato pari a $\boldsymbol{E[\beta_j|y]}$