

**DIPARTIMENTO DI IMPRESA E  
MANAGEMENT**

Corso di laurea in Economia e Management

Cattedra di Matematica Finanziaria

*La quantificazione dei requisiti di capitale dei  
rischi finanziari per le compagnie di assicurazione*

RELATORE  
Salvatore Forte

CANDIDATO  
Beatrice Cucchetto  
Matricola 275611

Anno Accademico 2023/2024



INTRODUZIONE.....	2
“SOLVENCY 2: IL NUOVO REGIME DI SOLVIBILITÀ”.....	3
1.1 ORIGINI E EVOLUZIONE NORMATIVA .....	3
1.2 PRINCIPALI PILASTRI E REQUISITI DI SOLVENCY 2.....	5
1.2.1 La procedura Lamfalussy .....	5
1.2.2 Le linee guida .....	6
1.2.3 I 3 pilastri di Solvency II .....	7
1.2.4 La valutazione di attività e passività .....	11
1.3 DEFINIZIONE DELLE RISERVE TECNICHE.....	12
1.4 BEST ESTIMATE E RISK MARGIN .....	14
1.4.1 <i>Best estimate</i> .....	14
1.4.2 Risk margin.....	16
“ANALISI DEI RISCHI FINANZIARI PER LE COMPAGNIE DI ASSICURAZIONE E CALCOLO DEI REQUISITI DI CAPITALE” .....	18
2.1 LA FORMULA STANDARD E I MODELLI INTERNI.....	18
2.2 CLASSIFICAZIONE DEI RISCHI FINANZIARI .....	18
2.2.1 Rischio di mercato.....	20
2.2.1.1 Rischio di tasso d’interesse.....	22
2.2.1.2 Rischio azionario.....	24
2.2.1.3 Rischi immobiliari.....	26
2.2.1.4 Rischio valutario .....	27
2.2.1.5 Rischio di spread.....	27
2.2.1.5.1 Rischio di spread sui bonds .....	28
2.2.1.5.2 Rischio di spread sui prodotti di credito strutturato.....	29
2.2.1.5.3 Rischio di spread sui derivati creditizi.....	30
2.2.1.6 Concentrazioni del rischio di mercato.....	30
2.2.2 Rischio di credito .....	31
“ANALISI APPROFONDATA DEL RISCHIO DI TASSO” .....	38
3.1 VALUTAZIONE DI UN’OBBLIGAZIONE ATTRAVERSO IL RISCHIO DI TASSO .....	38
3.1.1 La duration.....	38
3.2 MODELLI INTERNI .....	40
3.3 CONDIZIONI PER I MODELLI PER LA STRUTTURA A TERMINE DEI TASSI D’INTERESSE .....	40
3.4 STRUTTURA A TERMINE AFFINE .....	43
3.5 MODELLI UNIFATTORIALI .....	43
3.5.1 Modello di Vasicek .....	45
3.5.2 Modello di Cox, Ingersoll e Ross (CIR).....	46
3.4.3 Modello di Black and Scholes.....	48
3.6 DETERMINAZIONE DELLA VARIANZA CONDIZIONALE .....	49
“APPLICAZIONE DELLA FORMULA STANDARD PER IL CALCOLO DELL’ <i>SCR</i> interest” 51	
4.1 PORTAFOGLIO OBBLIGAZIONARIO.....	51
4.2 APPLICAZIONE DELLA FORMULA STANDARD .....	52
CONCLUSIONI .....	55
BIBLIOGRAFIA.....	57
SITOGRAFIA .....	57

## INTRODUZIONE

Il settore assicurativo è soggetto a una costante evoluzione normativa e regolamentare al fine di garantire la stabilità e la solidità finanziaria delle compagnie assicurative. Uno dei più significativi cambiamenti è stato l'introduzione di Solvency 2, un regime normativo complesso che mira a rafforzare la gestione del rischio e la solvibilità nel settore assicurativo europeo.

Questo lavoro si propone di esaminare in dettaglio il regime di Solvency 2 e il suo impatto sulle compagnie di assicurazione, focalizzandosi sulle implicazioni finanziarie e sulla gestione del rischio. Nel primo capitolo, si analizzeranno le origini e l'evoluzione normativa di Solvency 2, esaminando i principali pilastri e i requisiti fondamentali. In particolare, si discuterà della procedura Lamfalussy, delle linee guida e dei tre pilastri centrali di Solvency II, con un focus sulla valutazione delle attività e delle passività, nonché sulla definizione delle riserve tecniche.

Il secondo capitolo sarà dedicato all'analisi dei rischi finanziari per le compagnie di assicurazione e al calcolo dei requisiti di capitale. Si esploreranno la formula Standard e i modelli interni utilizzati per valutare e mitigare i diversi rischi finanziari, tra cui il rischio di mercato (come il rischio di tasso d'interesse, azionario, valutario, e di spread), e il rischio di credito.

Nel terzo capitolo, si approfondirà il sottomodulo di rischio di tasso d'interesse, esaminando le metodologie di valutazione delle obbligazioni in relazione a questo rischio. Si esploreranno i modelli interni utilizzati per la struttura a termine dei tassi d'interesse, tra cui il modello di Vasicek, il modello di Cox, Ingersoll e Ross (CIR), e il modello di Black and Scholes, nonché le tecniche per la determinazione della varianza condizionale. Infine, nel quarto capitolo, verrà applicata la formula standard per il calcolo dei requisiti di capitale SCR (Solvency Capital Requirement) in relazione al rischio di interesse, con particolare attenzione al portafoglio obbligazionario di una compagnia di assicurazione e alla sua gestione. Attraverso questo studio, ci proponiamo di fornire una panoramica completa delle sfide e delle opportunità che Solvency 2 presenta per le compagnie di assicurazione, evidenziando l'importanza della gestione del rischio finanziario e della solvibilità nel contesto normativo attuale.

## CAPITOLO I

### “Solvency 2: il nuovo regime di solvibilità”

#### 1.1 Origini e evoluzione normativa

Il settore delle compagnie di assicurazione ricopre un ruolo molto rilevante nell'economia. Si rese quindi necessario regolamentarlo attentamente. L'iter di creazione del nuovo regime di solvibilità Solvency II ha origini remote. Durante gli anni 80 e 90 furono emanate numerose direttive specifiche che avevano come scopo quello di adeguare la legislazione al processo di apertura dei mercati (attraverso l'eliminazione dei controlli su premi e prodotti all'interno dell'UE) e quello di creare uno standard normativo che consentisse alle autorità di intervenire in sede comunitaria e risolvere questioni transnazionali (per la maggior parte di interesse degli assicurati).

Nel 2002 le direttive 12 e 13 del consiglio europeo introduce il regime di Solvency I che entra poi in vigore nel 2004. Novità sostanziale fu sicuramente l'obbligo di mantenere in maniera continuativa, e non solo in sede di redazione di bilancio, i requisiti di capitale (con automatico rafforzamento dei poteri di controllo delle Autorità nazionali). Rimase invece immutato il criterio di calcolo del livello di solvibilità. Uno dei punti di forza fu la semplicità di interpretazione e di applicazione che fu però ottenuta al prezzo di limiti non trascurabili che furono accettati solo per via della natura transitoria di Solvency I: una relazione impropria tra capitale e rischio, la mancata considerazione del valore di mercato di attività e passività, l'uso di coefficienti approssimati per calcolare i requisiti di solvibilità, il trattamento solo parziale dei requisiti non tecnici e degli effetti di diversificazione e trasferimento del rischio.

Solvency II si colloca nel quadro storico successivo alla crisi del 2008 e per tale motivo esso vuole essere una risposta concreta agli effetti della crisi finanziaria. La crisi fu principalmente causata da una tendenza crescente verso la liberalizzazione tariffaria. Questo aveva portato a un maggiore accesso al mercato senza essere accompagnato da una politica di vigilanza adeguata. Spesso si tendeva a privilegiare gli investimenti rispetto agli investitori stessi. Inoltre, c'era stato un generale calo nei profitti derivanti

dagli investimenti, il che aveva portato a una limitazione delle forme di autofinanziamento a livello legislativo e alla riduzione dei margini di profitto.

È possibile affermare che il ridimensionamento del sistema Solvency I rappresenti un ampliamento della copertura legislativa, introdotta dal sistema Basel II in materia di regolamentazione del rischio in ambito bancario, anche al sistema assicurativo. Il nuovo modello si pone come uno strumento di regolamentazione sia di aspetti quantitativi della gestione dei rischi, sia di aspetti di governance.

Nel 2007 la commissione europea approva una proposta di direttiva che introduce il nuovo regime prudenziale Solvency II che entra poi in vigore nel 2012. Gli obiettivi della direttiva possono essere così riassunti:

- Aumentare la protezione degli assicurati e dei beneficiari dei contratti assicurativi;
- Migliorare l'integrazione del mercato assicurativo europeo;
- Adottare un modello *risk-based*;
- Incrementare la competitività internazionale delle compagnie europee;
- Rendere più efficace la vigilanza;

L'impianto normativo del regime Solvency II, a livello sovranazionale, è ora articolato in più livelli:

1. Primo livello: Direttiva Quadro 2009/138/UE che riporta i principi fondamentali
2. Secondo livello: Regolamento 2015/35/UE (cd. Atti Delegati) che presenta previsioni di dettaglio sul nuovo regime, di recente modificato dal Regolamento delegato UE 2016/467
3. Implementing Technical Standard (ITS) che, in forma di regolamento di esecuzione comunitario, presenta misure volte a disciplinare più in dettaglio disposizioni del nuovo regime in un'ottica di convergenza regolamentare
4. Terzo livello: Linee guida emanate dall'EIOPA, volte a supportare la convergenza delle attività di vigilanza. L'autorità di Vigilanza nazionale deve dichiarare all'EIOPA se intende aderire alle linee guida o indicare le ragioni per la mancata adesione. La dichiarazione deve essere poi resa pubblica sul sito dell'EIOPA.

## **1.2 Principali pilastri e requisiti di Solvency 2**

### **1.2.1 La procedura Lamfalussy**

Il regime Solvency II integra 13 direttive e adotta una procedura sistematica di elaborazione, adozione e attuazione delle normative. Tale procedura deve il suo nome al presidente del “Comitato dei saggi” che l’ha elaborata ed è definita su 4 livelli che costituiscono le tappe del processo di regolamentazione.

Al primo livello sono adottati i principi fondamentali che stabiliscono i valori principali di un nuovo atto legislativo; vi si colloca l’attività legislativa in senso stretto cioè l’adozione da parte del parlamento europeo e del consiglio di regolamenti o direttive. Gli atti legislativi si limitano a definire i principi generali della materia.

Al secondo livello la Commissione esegue le procedure di attuazione degli atti derivanti dal primo livello, assistita da 2 comitati:

1. ESC (Comitato europeo dei valori mobiliari, *Europeans Securities Committee*); rappresentanti degli stati membri di rango elevato, presieduto da un rappresentante della Commissione
2. CESR (Comitato delle autorità europee di regolamentazione dei valori mobiliari, *Committee of European Securities and Commissions*) composto dai presidenti delle autorità nazionali di vigilanza sui mercati mobiliari. Il CESR interviene sia al secondo livello, esercitando funzioni consultive in merito alle misure di attuazione da adottare, sia al terzo livello; come organo di coordinamento per assicurare una corretta applicazione del diritto comunitario.

Al terzo livello corrisponde a una cooperazione rafforzata e a un coordinamento tra autorità nazionali di vigilanza per assicurare una trasposizione coerente ed equivalente delle nuove regole.

IL CESR definisce le linee direttrici standard comuni per l’adozione di norme regolamentari a livello nazionale, adotta raccomandazioni interpretative comuni e compara e riesamina le prassi regolamentari nazionali al fine di assicurare l’applicazione effettiva delle norme comunitarie.

Al quarto livello avviene il controllo della Commissione sull’attività di attuazione da parte degli stati membri delle norme e degli orientamenti adottati in precedenza (sia in sede legislativa che amministrativa)

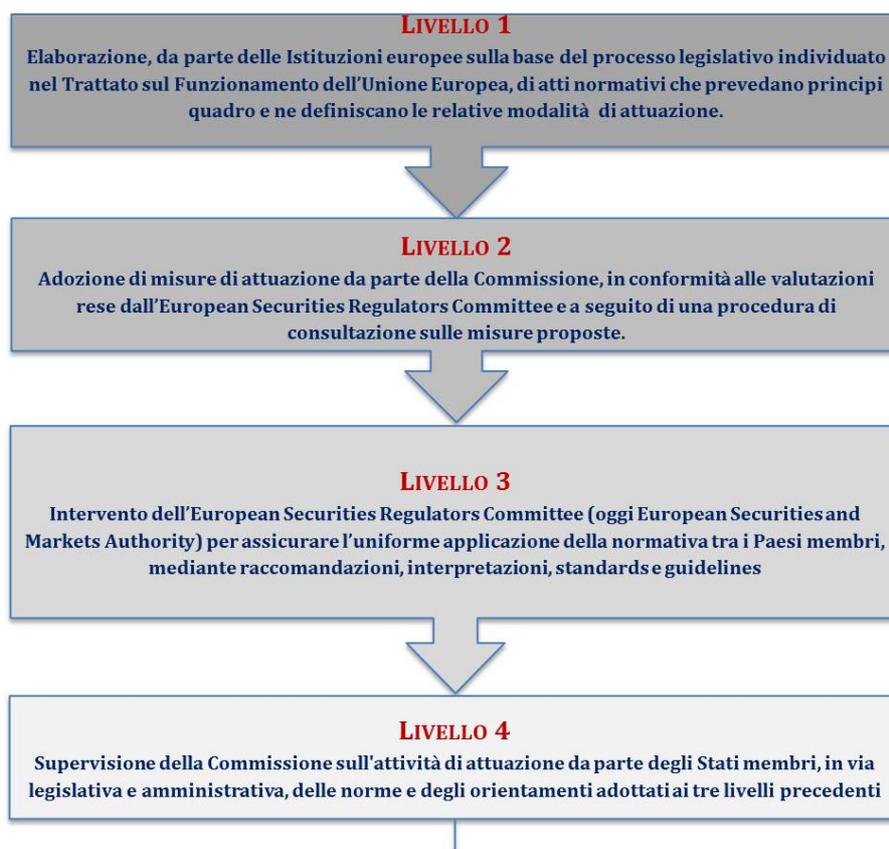


Figura 1: Schema riguardante i 4 livelli della procedura Lamfalussy

Fonte: Consob, Regolamentazione finanziaria, quadro regolamentare europeo

### 1.2.2 Le linee guida

Solvency II si ispira a molti principi per il raggiungimento dei propri obiettivi:

- Una visione economia del bilancio;
- Un approccio prospettico e orientato al rischio;
- La centralità del *risk management*;
- I criteri di materialità e proporzionalità;
- La prevalenza della sostanza sulla forma;
- L'armonizzazione e la convergenza delle pratiche di vigilanza;
- La coerenza con i regolamenti in ambito bancario;
- Compatibilità con i principi contabili IASB;

I primi due principi sono probabilmente quelli che richiedono un maggior carico di lavoro e di variazione dell'assetto strategico della compagnia di assicurazione. Una visione economica del bilancio prevede una valutazione *market consistent* sia degli attivi che dei passivi. Un approccio *risk sensitive* è il principale fattore di trasformazione strategico delle compagnie. Le compagnie tenderanno a massimizzare l'efficienza su quei prodotti che remunerano al meglio la rischiosità, cioè quelle dotate di maggior vantaggio competitivo.

Dare maggiore importanza al *risk management* non significa solo aumentare la partecipazione del risk manager ma corrisponde alla permeazione a tutti i livelli aziendali della "cultura del rischio", cioè della ricerca nel processo aziendale della maggior redditività nella tutela delle condizioni di crescita industriali a medio-lungo termine.

Il principio di proporzionalità prevede che l'impegno richiesto alle compagnie nell'applicazione dei regolamenti sia proporzionato alla loro struttura e complessità affinché i costi di adeguamento non annullino i benefici.

Il principio di materialità delinea quanto un'informazione possa essere trascurabile quando il costo del suo reperimento può superare l'utilità del suo utilizzo: "omissioni od errori sono materiali se potrebbero, per la loro ampiezza e natura, individualmente o collettivamente, influenzare le decisioni economiche degli utilizzatori prese sulla base dei bilanci redatti ai fini di Solvency II"

### **1.2.3 I 3 pilastri di Solvency II**

Come nel regime di vigilanza bancaria (accordi di Basilea), il regime Solvency II sfrutta la metafora dei 3 pilastri per descrivere i punti fondamentali della disciplina.

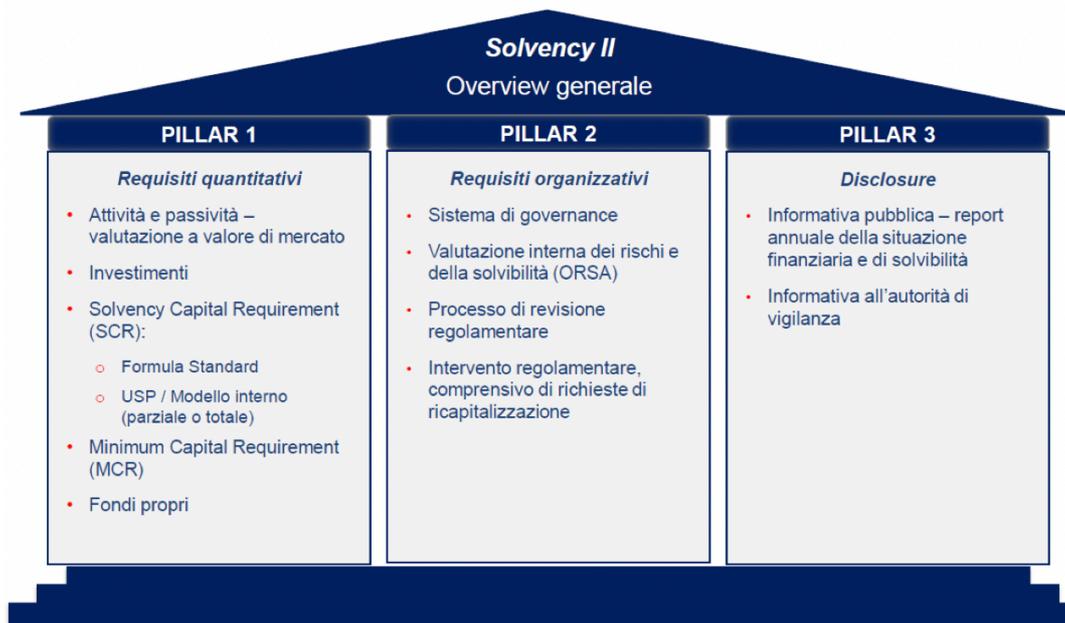


Figura 2: La struttura a tre pilastri di Solvency 2.

Fonte: L'integrazione dei principi di sostenibilità in Solvency II

Il Primo pilastro, cui sono dedicati gli articoli da 73 a 132 della direttiva, riguarda il calcolo dei requisiti quantitativi che le imprese di assicurazione devono perseguire all'interno della loro attività e detta disposizioni relative a:

- I criteri per la valutazione di attività e passività;
- La determinazione dei fondi propri e i criteri per la loro ammissibilità ai fini della copertura dei requisiti patrimoniali;
- Il calcolo del Solvency Capital Requirement (SCR) con attenzione riguardo la struttura della formula standard e le condizioni di utilizzo dei modelli interni;
- Il calcolo del Minimum Capital Requirement (MCR);
- gli investimenti a copertura delle riserve tecniche e del SCR;
- il calcolo dei requisiti patrimoniali per i gruppi di impresa.

Per quanto riguarda la valutazione delle attività e delle passività si segue il principio della valutazione economica che deve essere coerente con i valori espressi direttamente o indirettamente dal mercato.

Le riserve tecniche vengono definite come somma del *best estimate* e del *risk margin* (calcolato secondo il criterio del *cost of capital* ossia in base al costo del capitale

necessario per far fronte agli impegni nei confronti degli assicurati fino a scadenza). I metodi per il calcolo della *best estimate* e del *risk margin*, la suddivisione per rami nel calcolo delle riserve, gli standard che l'impresa deve avere per garantire affidabilità dei dati sono tutti aspetti che vengono specificati in alcune estensioni alla normativa emanate dall'EIOPA (le *technical specifications* per i Quantitative Impact Studies).

La direttiva prevede una classificazione su tre livelli dei fondi propri sulla base di caratteristiche di alcuni elementi del patrimonio: il grado di subordinazione rispetto ai diritti degli assicurati, la capacità di assorbire le perdite in caso di liquidazione dell'impresa, il grado di disponibilità, la perpetuità o la durata protratta, l'assenza di costi e di obblighi di rimborso.

L'SCR è il più importante requisito patrimoniale previsto da Solvency II: esso corrisponde al *Value at risk* dei fondi propri dell'impresa con riferimento a un livello di confidenza del 99,5% e a un orizzonte temporale di un anno ed ha la funzione di coprire la perdita inattesa, considerando tutti i rischi a cui l'impresa è esposta. Può essere calcolato tramite la formula *standard* o attraverso un modello interno adottato dalle imprese. La direttiva elenca le componenti del SCR chiamate *risk modules* (rischi che ne compongono l'ammontare) mentre le modalità di calcolo sono approfondite nelle "technical specifications", le quali riportano anche i casi in cui i parametri standard possono essere sostituiti da parametri specifici. L'autorizzazione di utilizzo dei modelli interni per il calcolo del SCR è comunque sottoposta all'autorità di vigilanza e viene concessa previa verifica di alcune condizioni, fra le quali:

- ampio utilizzo del modello ai fini del risk management e di allocazione del capitale
- requisiti minimi di qualità statistica
- calibrazione del modello coerente con il livello di protezione degli assicurati che lo SCR vuole garantire
- processo di validazione del modello
- adeguata documentazione relativa alla struttura del modello

All'EIOPA è demandato il compito di fornire le disposizioni dettagliate al riguardo (*implementing measures*).

L'MCR è una misura derivata dal SCR e rappresenta la soglia patrimoniale minima al di sotto della quale il livello di rischio diviene inaccettabile per gli assicurati. Deve essere

calibrato al *Value at risk* dei fondi propri dell'impresa con riferimento a un livello di confidenza dell'85% su un arco temporale di un anno; deve avere una soglia minima di:

- 2,2 milioni di euro per l'assicurazione non vita
- 3,2 milioni di euro per l'assicurazione vita
- (in ogni caso) non può mai essere inferiore al 25% né superare il 45% del requisito patrimoniale di solvibilità dell'impresa.

Viene calcolato come funzione lineare di un insieme delle seguenti variabili (intese al netto della riassicurazione): riserve tecniche; premi contabilizzati; capitale a rischio; imposte differite; costi amministrativi.

Per quanto riguarda gli investimenti delle imprese, Solvency II esalta il *Prudent Person Principle* il quale stabilisce il rispetto dei principi generali di sicurezza, liquidità, redditività, diversificazione del portafoglio, senza l'imposizione di precisi limiti quantitativi agli attivi detenuti (salvo casi eccezionali, con durata provvisoria).

Il secondo pilastro, a cui sono dedicati gli articoli da 27 a 49 della proposta di direttiva, riguarda requisiti qualitativi e attività di vigilanza.

Sotto un primo profilo presenta norme che regolano la *governance*, il *risk management* e il controllo interno dell'impresa, ed è di particolare importanza che l'impresa effettui regolarmente una propria valutazione dei rischi e della disposizione di solvibilità ("*ORSA - Own Risk and Solvency Assessment*").

Sotto il secondo profilo, Solvency II presenta norme che disciplinano le attività, gli strumenti e i poteri della vigilanza. Rilevante è il potere riconosciuto ai *supervisors* di imporre alle imprese requisiti patrimoniali aggiuntivi rispetto a quelli determinati con la formula *standard* o modello interno ("*capital add-ons*").

Il terzo pilastro, a cui sono dedicati gli articoli 35 e da 50 a 55 della proposta, regola l'informativa e la disciplina di mercato. Contiene una serie di disposizioni riguardanti i contenuti e le modalità dell'informativa alla vigilanza. Prevede poi obblighi informativi nei confronti del mercato, che si occuperanno di aspetti quali la *governance*, il *risk management*, la posizione di solvibilità e l'eventuale mancato rispetto dei requisiti patrimoniali.

In questa tesi di laurea ci si soffermerà sul primo pilastro, cioè sulle metodiche di calcolo dei requisiti patrimoniali.

#### **1.2.4 La valutazione di attività e passività**

Le regole valutative per le attività e le passività sono specificate nell'art. 75 della Direttiva 2009/138/CE (Solvibilità 2). L'approccio che deve essere utilizzato è *market consistent* e comporta le seguenti assunzioni:

- Le attività vengono valutate all'importo al quale potrebbero essere scambiate tra parti consapevoli e consenzienti in un'operazione svolta a normali condizioni di mercato.
- Le passività sono valutate all'importo al quale potrebbero essere trasferite, o regolate, tra parti consapevoli e consenzienti in un'operazione svolta alle normali condizioni di mercato.

La valutazione di attività e passività, salvo diversa disposizione, a esclusione delle riserve tecniche, deve essere effettuata in conformità agli IAS/IFRS, i quali sono ritenuti un'ottima approssimazione dei principi valutativi di Solvency II. Verranno applicati specifici principi di valutazione nel caso in cui la valutazione prodotta dagli IFRS non produca valori economici come richiesto da Solvency II. I valori non economici possono essere usati solo in situazioni eccezionali: nel caso in cui la voce di bilancio non sia significativa ai fini di riflettere la posizione finanziaria o economica di un'impresa di assicurazione; nel caso in cui l'impatto quantitativo non risulta materiale.

Laddove non sia possibile utilizzare un approccio *market consistent* (*mark to market*) è ammesso il ricorso a tecniche di tipo *mark to model* basate su benchmark, estrapolazioni o calcoli che utilizzano nel limite del possibile input di mercato (privilegiando input osservabili sul mercato rispetto a quelli non osservabili).

Per quanto riguarda il *fair value*, le compagnie di assicurazione dovranno seguire le guidance (coerenti con il principio della valutazione economica) dello IASB relative alla definizione di un mercato attivo e alle caratteristiche dei mercati inattivi.

Valori contabili derivanti dall'utilizzo di principi diversi dagli IFRS sono ammessi purché rappresentino una valutazione economica o siano aggiustati in modo tale da farlo e, ogni volta, le compagnie dovrebbero documentare le motivazioni dell'utilizzo di dati contabili non basati sugli IFRS. Dovranno spiegare come tali valori sono calcolati e la loro

differenza con i valori basati sugli IFRS ed inoltre dovranno fornire un rendiconto riguardo:

- la riconciliazione delle differenze tra i dati contabili e quelli di Solvency II
- la modalità di determinazione dei valori utilizzati per Solvency II
- il grado di affidabilità che può essere attribuito a tali valori

L'EIOPA chiede inoltre alle compagnie di assicurazione di:

- evidenziare ogni area problematica nell'applicazione della valutazione
- specificare per ogni attività e passività il tipo di approccio utilizzato (mark to market o mark to model)
- specificare le attività e passività per le quali un valore di mercato esistente non è stato ritenuto utile per una valutazione economica e per le quali è stato utilizzato un modello economico (fornire anche dati riguardo il diverso impatto economico causato dall'utilizzo dei due differenti approcci valutativi)
- descrivere le caratteristiche dei modelli utilizzati quando si sfrutta l'approccio mark to model
- evidenziare le differenze tra valori economici ottenuti e valori contabili

### **1.3 Definizione delle riserve tecniche**

Possiamo definire la solvibilità dell'impresa assicuratrice come la sua capacità di far fronte, con una determinata probabilità ed entro un determinato orizzonte temporale, agli impegni aleatori descritti da una struttura probabilistica. Più alta è questa probabilità, meno sono le possibilità di fallimento e maggiore sarà la propensione degli individui a stipulare contratti assicurativi. Le riserve tecniche e i requisiti patrimoniali garantiscono tale solvibilità. Le riserve sono accantonamenti costituiti dal complesso dei premi raccolti dalla compagnia, non solo quelli effettivamente guadagnati. Esse non costituiscono un incremento patrimoniale, ma piuttosto un "ricavo anticipato" destinato a coprire indennizzi per sinistri futuri o già verificatisi ma non ancora liquidati. Queste riserve non hanno un limite massimo e crescono all'aumentare dei rischi degli assicurati. In sostanza, le riserve tecniche e i requisiti patrimoniali sono fondamentali per garantire che l'impresa abbia la capacità finanziaria di soddisfare i propri obblighi contrattuali nel tempo.

Nella disciplina comunitaria il metodo di valutazione delle riserve tecniche ha le seguenti definizioni:

“Il valore delle riserve tecniche corrisponde all’importo attuale che le imprese di assicurazione e di riassicurazione dovrebbero pagare se dovessero trasferire immediatamente le loro obbligazioni di assicurazione e di riassicurazione a un'altra impresa di assicurazione e riassicurazione. (art. 76.2)

Il valore delle riserve tecniche è pari alla somma della migliore stima e del margine di rischio... (art. 77.1)

Le riserve tecniche dei rami vita (secondo l’EIOPA):

- sono classificate in base alle nuove Lines of Business;
- devono tener conto di tutti i flussi futuri di cassa generati dai contratti;
- devono essere basate su ipotesi realistiche in merito a: riscatti, *paid up*, spese, inflazione, mortalità, management actions;
- devono essere valutate al netto della riassicurazione;
- necessitano della valutazione di tutte le opzioni e garanzie;
- richiedono la proiezione dei requisiti di capitale fino a scadenza delle obbligazioni per la stima del Risk Margin

Le riserve tecniche dei rami danni (secondo l’EIOPA):

- sono composte da due voci: Riserve Sinistri e Riserve Premi;
- sono classificate in base alle nuove Lines of Business;
- devono tener conto di tutti i flussi futuri di cassa generati dai contratti;
- devono tener conto della variabilità nei cash flow futuri (dovuta all’importo dei sinistri e alla frequenza);
- devono essere valutate al netto della riassicurazione;
- necessitano della valutazione di tutte le opzioni e garanzie;
- richiedono la proiezione dei requisiti di capitale fino a scadenza delle obbligazioni per la stima del Risk Margin;

Le riserve sinistri devono essere stimate al valore attuale e non al costo ultimo.

In generale, è necessario per entrambe le riserve tecniche il potenziamento di risorse quali:

- competenze tecniche specifiche;

- base dati numerose e affidabili
- software evoluti
- redazione e conservazione documentale

#### **1.4 Best estimate e Risk margin**

Nella Direttiva Solvency II sono fissati i concetti di Best Estimate e Risk Margin:

“La migliore stima corrisponde alla media dei flussi di cassa futuri ponderata con la probabilità, tenendo conto del valore temporale del denaro (valore attuale atteso dei flussi di cassa futuri, non più il costo ultimo) sulla base della pertinente struttura per scadenza dei tassi d’interesse privi di rischio” (art. 77.2)

“il margine di rischio è tale da garantire che il valore delle riserve tecniche sia equivalente all’importo di cui le imprese di assicurazione e di riassicurazione avrebbero bisogno per assumersi e onorare le obbligazioni di assicurazione e di riassicurazione” (art 77.5)

La normativa impone il calcolo del risk margin attraverso il metodo del costo del capitale e non con il “metodo dei percentili”: “... il margine di rischio è calcolato determinando il costo della costituzione di un importo di fondi propri ammissibili pari al requisito patrimoniale di solvibilità necessario per far fronte alle obbligazioni di assicurazione e di riassicurazione per tutta la loro durata di vita.” (art. 77.5)

L’art. 77 specifica anche che la migliore stima e il margine di rischio devono essere calcolate separatamente salvo in un caso particolare nel quale i flussi di cassa futuri connessi con le obbligazione possano essere riprodotti affidabilmente utilizzando strumenti finanziari per i quali è osservabile un valore di mercato attendibile. In questo caso il valore delle riserve tecniche sarà determinato sulla base del valore di mercato di tali strumenti finanziari.

##### **1.4.1 Best estimate**

La direttiva sottolinea l'importanza di considerare tutti i flussi aleatori derivanti da tutti gli scenari possibili nella Best Estimate (BE), includendo l'incertezza dei futuri cash flow dovuta sia al comportamento degli assicurati sia al comportamento del management dell'impresa.

Solvency II identifica diversi fattori che devono essere tenuti in considerazione per una corretta determinazione della BE:

- variazioni nel timing, nella frequenza e nella severity dei sinistri.
- variazioni nella tempistica di liquidazione dei sinistri e delle spese.
- variazioni nell'ammontare delle spese.
- cambiamenti nel valore di un indice/mercato utilizzato per determinare gli ammontari dei sinistri.
- cambiamenti nei fattori specifici dell'ente e del portfolio.
- incertezza nei comportamenti degli assicurati.
- path dependency, dove i cash flows dipendono non solo dalle condizioni economiche alla data del cash flow, ma anche dalle condizioni economiche alle date precedenti.
- interdipendenza tra due o più cause di incertezza.

Calcolare l'interdipendenza può essere complesso, pertanto è importante trovare un equilibrio tra il dispendio di mezzi necessario per mantenere il grado di approssimazione delle simulazioni entro limiti trascurabili e il guadagno di informazione effettivamente ottenibile dall'incremento della complessità del modello. È rilevante notare che la direttiva prevede anche la possibilità che, in determinate circostanze e rispetto ad alcune tipologie di contratti, la Best Estimate possa essere negativa, portando quindi a registrare a bilancio un'attività. Questo si verifica quando il valore dei flussi attesi in entrata è superiore al valore attuale atteso dei flussi di cassa in uscita per spese e sinistri.

Come già anticipato, il nuovo criterio per il calcolo della Best Estimate nelle assicurazioni danni introduce un significativo cambiamento rispetto al precedente criterio utilizzato, passando dal costo ultimo all'utilizzo del costo attualizzato. Questo processo di attualizzazione comporta l'impiego di una curva prefissata per l'intero mercato, derivata dalla curva dei tassi di interesse swap e depurata dal rischio di credito tramite un adeguamento per il rischio di credito, oltre ad essere adattata alle condizioni di mercato mediante il Volatility Adjustment. La decisione di utilizzare tassi privi di rischio per calcolare la Best Estimate è stata giustificata dal fatto che l'aggiustamento per i rischi è considerato tramite il Risk Margin. Tuttavia, questa scelta è stata oggetto di critiche da parte dell'industria assicurativa poiché potrebbe portare a valutazioni procicliche in condizioni di mercato finanziario stressate. Per mitigare questo effetto prociclico delle valutazioni a fair value, è stato introdotto il Volatility Adjustment nella struttura dei tassi.

L'obiettivo principale di questa aggiunta è quello di attenuare l'impatto delle fluttuazioni di mercato sulle valutazioni, specialmente in periodi di stress finanziario.

Inoltre, il calcolo della Best Estimate si basa su informazioni aggiornate e credibili e su ipotesi realistiche, utilizzando metodi attuariali e statistici adeguati, applicabili e pertinenti.

La formula per calcolare la Best Estimate è la seguente:

$$BE(f) = \sum_{t=1}^T \frac{E(F_t)}{(1 + i_t)^t}$$

Dove:

- $BE(f)$  rappresenta la Best Estimate dei flussi di cassa aleatori.
- $F_t$  rappresenta il flusso aleatorio di cassa al tempo  $t$  (che va dall'istante 1 all'istante  $T$ ) originato dalle polizze oggetto di valutazione.
- $i_t$  rappresenta il relativo tasso di attualizzazione privo di rischio al tempo  $t$ .

La proiezione dei flussi di cassa tiene conto di tutte le entrate e uscite di cassa necessarie per regolare le obbligazioni di assicurazione e di riassicurazione per tutta la loro durata di vita. Inoltre, tutte le spese che saranno sostenute per far fronte alle obbligazioni di assicurazione e di riassicurazione devono essere considerate. È importante considerare anche l'inflazione, compresa quella riferibile alle spese e ai sinistri.

#### 1.4.2 Risk margin

Nell'approccio del costo del capitale il Risk Margin è definibile come il margine di cautela che remunera il costo dell'incertezza insita nella valutazione delle passività. Il metodo del costo del capitale, noto anche come approccio del costo del capitale o CoC approach, è un approccio utilizzato per calcolare il valore attuale di flussi finanziari futuri, soprattutto nel contesto assicurativo. Questo metodo si basa sull'idea che i fondi propri detenuti per coprire i rischi associati ai contratti stipulati comportano un costo in termini di remunerazione richiesta dagli azionisti.

Il QIS 5 esplicita tutti i passaggi di calcolo da eseguire:

1. Calcolare per ogni ramo d'attività l'SCR al tempo  $t=0$  e per ogni anno successivo della vita dei contratti

2. La Best Estimate viene calcolata come media ponderata per la probabilità dei cash flow futuri; definizione del costo del capitale (Metodologia Swiss Solvency Test – è previsto al 6% sopra il tasso risk free)
3. Moltiplicare ciascun SCR futuro per il fattore di Costo del Capitale (al fine di ottenere gli oneri per sostenere gli SCR futuri)
4. Scontare ciascun importo calcolato al passo precedente per la curva di tasso risk-free (calcolo del valore attuale dei costi annui); la somma di tali importi corrisponde al risk margin al tempo  $t=0$

## CAPITOLO II

### **“Analisi dei rischi finanziari per le compagnie di assicurazione e calcolo dei requisiti di capitale”**

#### **2.1 La formula Standard e i modelli interni**

Il calcolo del SCR (Solvency Capital Requirement) e del MCR (Minimum Capital Requirement) può essere effettuato attraverso due metodologie. L'obiettivo di creare una disciplina comune a livello comunitario ha generato la necessità di sviluppare un modello uniforme di calcolo dei rischi che possa essere adottato da tutte le compagnie assicurative. A tal fine, l'EIOPA ha sviluppato la cosiddetta Standard Formula, che fornisce le metodologie di base per il calcolo dell'SCR. Questo approccio è rivolto principalmente alle compagnie di dimensioni ridotte che non hanno la capacità di sviluppare un proprio modello interno, il quale può essere molto costoso. Tuttavia, la Standard Formula non tiene conto in modo specifico del profilo di rischio di ciascuna compagnia assicurativa, il che può portare a risultati diversi da quelli ottenuti utilizzando un modello interno, il quale spesso tende a sovrastimare il rischio.

Per consentire a ciascuna compagnia assicurativa di tener conto del proprio profilo di rischio, l'EIOPA offre la possibilità di verificare il risultato ottenuto attraverso la procedura ORSA (Own Risk and Solvency Assessment), regolata dal secondo pilastro della direttiva. Nel caso le compagnie scelgano di non adottare un modello interno, possono farlo parzialmente o completamente, ma una volta scelta la metodologia di valutazione (Standard Formula o modello interno), questa deve essere mantenuta a meno che non si verifichino operazioni straordinarie. Inoltre, come anticipato, il modello interno deve essere autorizzato dall'IVASS (l'autorità di vigilanza assicurativa nazionale) prima della sua implementazione.

#### **2.2 Classificazione dei rischi finanziari**

Nel mondo complesso e in continua evoluzione del settore assicurativo, le compagnie di assicurazione si trovano ad affrontare una vasta gamma di rischi finanziari che possono influenzare direttamente la loro stabilità, la solvibilità e la redditività. Comprendere e gestire efficacemente questi rischi è cruciale per assicurare la solidità finanziaria e la continuità operativa nel lungo periodo.

Il presente capitolo si propone di esaminare approfonditamente la classificazione dei rischi finanziari specificamente rilevanti per le compagnie di assicurazione. Attraverso un'analisi dettagliata, esploreremo le diverse categorie di rischi finanziari che queste compagnie devono affrontare nel corso delle loro attività quotidiane, con particolare attenzione alle sfide uniche e alle dinamiche del settore assicurativo.

Inizieremo delineando l'importanza della gestione dei rischi finanziari per garantire la solidità e la fiducia degli assicurati e degli investitori. Successivamente, esamineremo in dettaglio le principali categorie di rischi finanziari che le compagnie di assicurazione devono affrontare, tra cui il rischio di sottoscrizione vita, il rischio di sottoscrizione danni, il rischio di mercato, il rischio di credito ed i rischi operativi specifici del settore assicurativo.

Come anticipato, la gestione dei rischi finanziari riveste un'importanza fondamentale per garantire la solidità e la fiducia degli assicurati e degli investitori nel contesto delle compagnie di assicurazione. Questa importanza si riflette in diversi modi:

- **Protezione degli assicurati:** La gestione efficace dei rischi finanziari assicura che le compagnie di assicurazione siano in grado di onorare i loro obblighi nei confronti degli assicurati. Ciò significa che, in caso di sinistri o di altre situazioni che richiedono l'erogazione di prestazioni assicurative, le compagnie siano in grado di pagare in modo tempestivo e completo, garantendo la sicurezza finanziaria degli assicurati e la continuità delle loro attività.
- **Stabilità finanziaria:** Una gestione prudente dei rischi finanziari contribuisce alla stabilità finanziaria delle compagnie di assicurazione. Affrontare i rischi in modo proattivo e mitigare potenziali minacce alla solvibilità aiuta a proteggere la redditività e la solidità finanziaria dell'azienda nel lungo periodo. Ciò è essenziale per garantire che l'azienda sia in grado di sostenere le sue attività nel tempo, senza compromettere la sua capacità di fornire copertura assicurativa ai clienti.
- **Preservazione della fiducia degli investitori:** Gli investitori, inclusi azionisti, obbligazionisti e altri fornitori di capitale, sono particolarmente attenti alla gestione dei rischi finanziari da parte delle compagnie di assicurazione. Una gestione efficace dei rischi finanziari dimostra che l'azienda è diligente nel proteggere i propri interessi finanziari e quelli degli investitori. Ciò contribuisce a preservare e rafforzare la fiducia degli investitori, che è fondamentale per

sostenere il valore delle azioni e la capacità dell'azienda di accedere al capitale necessario per sostenere le sue operazioni e la crescita.

In definitiva, la gestione dei rischi finanziari non è solo una questione di prudenza finanziaria, ma anche di protezione degli interessi degli assicurati e degli investitori. Assicurare la solidità finanziaria e la fiducia delle parti interessate è cruciale per la sostenibilità e il successo a lungo termine delle compagnie di assicurazione.

### **2.2.1 Rischio di mercato**

Come scritto nella direttiva 2009/138/CE, il rischio di mercato “riflette il rischio derivante dal livello o dalla volatilità dei prezzi di mercato degli strumenti finanziari che hanno un impatto sul valore delle attività e delle passività dell'impresa. Esso riflette adeguatamente il disallineamento strutturale tra attività e passività, in particolare rispetto alla loro durata.”

L'esposizione al rischio di mercato si misura attraverso la rilevazione dell'impatto dei movimenti nel livello di variabili finanziarie (come azioni, tassi d'interesse, prezzo degli immobili e tasso di cambio) sul valore del portafoglio attivi.

Il modulo di rischio di mercato presenta i seguenti sottomoduli:

- a) il sottomodulo del rischio di tasso di interesse di cui all'articolo 105, paragrafo 5, secondo comma, lettera a), della direttiva 2009/138/CE;
- b) il sottomodulo del rischio azionario (articolo 105, paragrafo 5, secondo comma, lettera b), direttiva 2009/138/CE);
- c) il sottomodulo del rischio immobiliare (articolo 105, paragrafo 5, secondo comma, lettera c), direttiva 2009/138/CE);
- d) il sottomodulo del rischio di spread (articolo 105, paragrafo 5, secondo comma, lettera d), direttiva 2009/138/CE);
- e) il sottomodulo del rischio valutario (articolo 105, paragrafo 5, secondo comma, lettera e), direttiva 2009/138/CE);
- f) il sottomodulo delle concentrazioni del rischio di mercato (articolo 105, paragrafo 5, secondo comma, lettera f), direttiva 2009/138/CE).

Secondo gli il Titolo I, Capo V, Sezione 5 degli Atti delegati (Regolamento delegato (UE) 2015/35 della Commissione, del 10 ottobre 2014, che integra la direttiva 2009/138/CE in materia di accesso ed esercizio delle attività di assicurazione e di riassicurazione ) il

requisito patrimoniale per il rischio di mercato viene calcolato attraverso una matrice di correlazione che combina i sottorischi di mercato.

$$SCR_{mkt} = \sqrt{\sum_{i,j} Corr_{i,j} \cdot SCR_i \cdot SCR_j}$$

dove:

- la somma copre tutte le possibili combinazioni (i,j) dei sottomoduli;
- $Corr(i,j)$  è il parametro di correlazione tra i sottomoduli i e j, è cioè la cella della matrice di correlazione in corrispondenza della riga i e della colonna j;
- $SCR_i$  e  $SCR_j$  sono i requisiti patrimoniali rispettivamente per i sottomoduli i e j;

i \ j	Tasso di interesse	Azioni	Immobili	Spread	Concentrazione	Valuta
Tasso di interesse	1	A	A	A	0	0,25
Azioni	A	1	0,75	0,75	0	0,25
Immobili	A	0,75	1	0,5	0	0,25
Spread	A	0,75	0,5	1	0	0,25
Concentrazione	0	0	0	0	1	0
Valuta	0,25	0,25	0,25	0,25	0	1

Il parametro A è uguale a 0 quando il requisito patrimoniale per il rischio di tasso di interesse di cui all'articolo 165 è il requisito patrimoniale di cui alla lettera a) di detto articolo. In tutti gli altri casi il parametro A è uguale a 0,5.

*Figura 3: Matrice di correlazione del rischio di mercato*

Fonte: REGOLAMENTO DELEGATO (UE) 2015/35 DELLA  
COMMISSIONE del 10 ottobre 2014

Il risultato, noto come  $SCR_{mkt}$ , equivale al VaR (Value at Risk), come già detto.

Il VaR rappresenta la massima perdita prevista entro un determinato periodo di tempo, con un dato livello di confidenza. In altre parole, si determina come il percentile corrispondente al livello di confidenza scelto.

Qui di seguito andremo ad analizzare i singoli sottomoduli e le principali regole di calcolo del SCR per i rischi di mercato secondo la formula standard.

### 2.2.1.1 Rischio di tasso d'interesse

Il rischio di tasso esiste per tutte le attività e le passività per le quali il Net Asset Value è sensibile ai cambiamenti nella struttura a termine dei tassi di interesse o della volatilità dei tassi d'interesse (valido sia per strutture a termine nominali sia reali).

Le attività sensibili a questi movimenti sono:

- Investimenti a reddito fisso
- Strumenti di finanziamento
- Politica dei prestiti
- Derivati sui tassi d'interesse ed eventuali attività di assicurazione

Per valutare il rischio legato ai tassi d'interesse, si considerano due possibili scenari stressati: uno in cui i tassi aumentano e l'altro in cui diminuiscono. Questi scenari, noti come ESG (Economic Scenario Generator), sono sviluppati dall'EIOPA e resi disponibili alle compagnie assicurative. Essi rivestono un'importanza cruciale poiché consentono di comprendere le conseguenze sul valore attuale degli asset e delle passività aziendali in seguito a variazioni nei tassi d'interesse, e di conseguenza di individuare i requisiti che l'assicurazione deve soddisfare per prevenire potenziali perdite significative in caso di materializzazione di tali scenari stressati.

Il fabbisogno di capitale è determinato come risultato di due scenari predefiniti:

$$Mkt_{int}^{up} = \Delta NAV|_{up}$$

$$Mkt_{int}^{down} = \Delta NAV|_{down}$$

Dove  $Mkt_{int}^{up}$  e  $Mkt_{int}^{down}$  sono le variazioni nei valori attuali netti di attivi e passivi, dovute alla rivalutazione di tutti gli strumenti sensibili ai cambiamenti nei tassi d'interesse, sia in aumento che in diminuzione. Queste variazioni sono calcolate considerando le strutture dei tassi alterate, ovvero stressate al rialzo o al ribasso, ottenute moltiplicando i tassi correnti per  $(1+s^{up})$  e  $(1+s^{down})$ , per le diverse scadenze  $t$ .

Con  $s^{up}$  che rappresenta l'incremento e  $s^{down}$  che rappresenta il calo dei tassi d'interesse.

L'art. 165 del regolamento delegato 2015/35 della commissione definisce il requisito patrimoniale per il rischio di tasso di interesse come il maggiore tra i seguenti valori:

- a) la somma, in tutte le valute, dei requisiti patrimoniali per il rischio di un incremento della struttura per scadenza dei tassi di interesse come indicato

all'articolo 166 del regolamento; Il requisito patrimoniale per il rischio di un incremento nella struttura per scadenza dei tassi di interesse di una determinata valuta è uguale alla perdita di fondi propri di base che deriverebbe da un incremento istantaneo dei tassi di interesse privi di rischio di base di quella data valuta a scadenze diverse, conformemente alla seguente tabella:

Scadenza (in anni)	Incremento
1	70 %
2	70 %
3	64 %
4	59 %
5	55 %
6	52 %
7	49 %
8	47 %
9	44 %
10	42 %
11	39 %
12	37 %
13	35 %
14	34 %
15	33 %
16	31 %
17	30 %
18	29 %
19	27 %
20	26 %
90	20 %

*Figura 4: Tabella incrementi istantanei dei tassi di interesse in base alla scadenza*

Fonte: REGOLAMENTO DELEGATO (UE) 2015/35 DELLA  
COMMISSIONE del 10 ottobre 2014

- b) la somma, in tutte le valute, dei requisiti patrimoniali per il rischio di un calo della struttura per scadenza dei tassi di interesse come indicato all'articolo 167 del regolamento; Il requisito patrimoniale per il rischio di un calo nella struttura per scadenza dei tassi di interesse di una determinata valuta è uguale alla perdita di fondi propri di base che deriverebbe da un calo istantaneo dei tassi di interesse privi di rischio di base di quella data valuta a scadenze diverse, conformemente alla seguente tabella:

Scadenza (in anni)	Calo
1	75 %
2	65 %
3	56 %
4	50 %
5	46 %
6	42 %
7	39 %
8	36 %
9	33 %
10	31 %
11	30 %
12	29 %
13	28 %
14	28 %
15	27 %
16	28 %
17	28 %
18	28 %
19	29 %
20	29 %
90	20 %

*Figura 4: Tabella cali istantanei dei tassi di interesse in base alla scadenza*

Fonte: REGOLAMENTO DELEGATO (UE) 2015/35 DELLA  
COMMISSIONE del 10 ottobre 2014

### 2.2.1.2 Rischio azionario

Il rischio azionario deriva dal livello o dalla volatilità dei prezzi di mercato dei titoli azionari. Sono esposte a questo tipo di rischio tutte le attività e le passività il cui valore risulta sensibile alla variazione dei prezzi azionari.

In questa sede i titoli azionari vengono divisi in due categorie:

1. “Globale”: comprende le azioni listate in SEE o dei paesi OCSE
2. “Altro” che comprende le azioni quotate solo in mercati emergenti, azioni non quotate, hedge funds e investimenti alternativi (non compresi in altre parti della calibrazione del rischio di mercato)

Si determina il fabbisogno di capitale per rischio di mercato rispetto all’indice i:

$Mkt_{eq,i} = \max(\Delta NAV | equity\ shock_i; 0)$  con l’  $equity\ shock_i$  che rappresenta la caduta prescritta del valore delle azioni della categoria i.

	Globale	Altro
$equity\ shock_i$	30%	40%

$Mkt_{eq,i}$  è determinato come l’effetto immediato sul valore netto delle attività e delle passività previsto in caso di scenario stressante  $equity\ shock_i$  tenendo conto che:

- gli equity shock sono nulli per partecipazioni in istituti finanziari e creditizi
- gli equity shock hanno lo stesso valore (oggi 22%) per tutte le partecipazioni strategiche

Il livello di rischio azionario deriva dalla combinazione del fabbisogno di capitale per ogni singolo indice

$$MKT_{eqLEV} = \sqrt{\sum_{rxc} CorrIndex^{rxc} \cdot Mkt_r \cdot Mkt_c}$$

dove:

- $CorrIndex^{rxc}$  indica le celle della matrice di correlazione  $CorrIndex$
- $Mkt_r$  e  $Mkt_c$  indicano il fabbisogno di capitale per un livello di rischio azionario per singolo indice in accordo con  $CorrIndex^{rxc}$

<i>CorrIndex</i>	Globale	Altro
Globale	1	
Altro	0,75	1

### 2.2.1.3 Rischi immobiliari

I rischi immobiliari riguardano la sensibilità del valore delle attività, delle passività e degli strumenti finanziari a variazioni del livello o della volatilità dei prezzi di mercato dei beni immobili, come citato nell' art. 105, paragrafo 5, secondo comma, lettera c), della direttiva 2009/138/CE.

Sono trattati come immobili investimenti come:

- terreni, immobili e diritti su beni immobili;
- partecipazioni dirette o indirette in società immobiliari che producono un reddito periodico;
- investimenti immobiliari per l'uso proprio dell'impresa di assicurazione.

In caso contrario, i seguenti investimenti saranno trattati come azioni e quindi verranno considerati nel modello del rischio azionario:

- un investimento in una società impegnata nella gestione immobiliare;
- un investimento in una società impegnata nello sviluppo di progetti immobiliari o attività simili;
- un investimento in una società che ha avuto prestiti da parte di istituzioni al di fuori dal gruppo assicurativo al fine di stimolare gli investimenti in proprietà.

Secondo l'art. 174 del regolamento delegato 2015/35 il rischio immobiliare è uguale alla perdita di fondi propri di base che deriverebbe da un calo istantaneo del 25 % del valore dei beni immobili.

Il fabbisogno di capitale per il rischio immobiliare viene quindi calcolato come il risultato di uno scenario predefinito:

$$Mkt_{prop} = \max (\Delta NAV | property shock, 0)$$

Il *property shock* è ciò che rappresenta l'effetto immediato sul valore di netto degli attivi e dei passivi attesi nel caso di un'istantanea diminuzione del 25% negli investimenti immobiliari.

#### 2.2.1.4 Rischio valutario

Il rischio valutario deriva da variazioni del livello o della volatilità dei tassi di cambio di valuta. Per valute estere si intendono le valute diverse da quella utilizzata per la preparazione dei bilanci dell'impresa di assicurazione o di riassicurazione (in appresso «la valuta locale»). Una valuta estera è considerata rilevante per il calcolo dello scenario se l'importo di fondi propri di base dipende dal tasso di cambio tra la valuta estera e una locale.

Il fabbisogno di capitale per il rischio valutario è calcolato come il risultato di due scenari predefiniti:

$$Mkt_{Fx,C}^{up} = \max(\Delta NAV | fx \text{ upwardshock}, 0)$$

$$Mkt_{Fx,C}^{down} = \max(\Delta NAV | fx \text{ downwardshock}, 0)$$

Per ogni valuta estera  $c$ , il fabbisogno di capitale  $Mkt_{Fx}$  sarà definito come il massimo tra  $Mkt_{Fx,C}^{down}$  e  $Mkt_{Fx,C}^{up}$ . Il fabbisogno totale vale:

$$MKT_{fx} = \sum_c Mkt_{fx,c}$$

Secondo l'art. 188 del regolamento delegato 2015/35 per ciascuna valuta estera, il requisito patrimoniale per il rischio valutario è uguale al più elevato tra i seguenti requisiti patrimoniali:

- a. il requisito patrimoniale per il rischio di un incremento del valore della valuta estera rispetto alla valuta locale: è uguale alla perdita di fondi propri di base che deriverebbe da un incremento istantaneo del 25 % del valore della valuta estera rispetto alla valuta locale;
- b. il requisito patrimoniale per il rischio di un calo del valore della valuta estera rispetto alla valuta locale: è uguale alla perdita di fondi propri di base che deriverebbe da un calo istantaneo del 25 % del valore della valuta estera rispetto alla valuta locale.

#### 2.2.1.5 Rischio di spread

Il rischio di spread rappresenta la sensitività del valore delle attività, delle passività e degli strumenti finanziari a variazioni del livello o della volatilità degli spread di credito rispetto alla struttura per scadenze dei tassi di interesse privi di rischio.

Il sottomodulo del rischio di spread va sicuramente applicato a:

- investment grade corporate bond;

- corporate bond ad alto rendimento;
- debiti subordinati;
- debiti ibridi.

Il sottomodulo è inoltre applicabile a:

- asset-backed securities;
- tranches di prodotti strutturati;
- derivati creditizi;
- CDS, TRS, CLN.

Il sottomodulo per il rischio spread tratta anche il rischio creditizio dei seguenti investimenti:

- partecipazioni;
- titoli emessi da e verso imprese collegate e le imprese con ai l'impresa di assicurazione ha un legame di partecipazione;
- titoli cartolarizzati (debt securitized) e altri titoli a reddito fisso;
- quote in investment pool;
- prestiti garantiti da ipoteche;
- depositi con istituti di credito.

Il fabbisogno di capitale per il rischio di spread, inclusa la capacità di assorbimento di perdite delle riserve tecniche, è il risultato della somma di 3 risultati:

$$Mkt_{sp} = Mkt_{sp}^{bonds} + Mkt_{sp}^{struct} + Mkt_{sp}^{cd}$$

- $Mkt_{sp}^{bonds}$  = fabbisogno di capitale per il rischio di spread di bond
- $Mkt_{sp}^{struct}$  = fabbisogno di capitale per il rischio di spread di prodotti di credito strutturato
- $Mkt_{sp}^{cd}$  = fabbisogno di capitale per il rischio di spread di derivati creditizi

#### 2.2.1.5.1 Rischio di spread sui bonds

Il fabbisogno di capitale per il rischio di spread sui bonds è calcolato come risultato di uno scenario predefinito:  $Mkt_{sp}^{bonds} = \max(\Delta NAV | spread\ shock\ su\ bonds)$

Lo *spread shock su bonds* è l'effetto immediato sul valore netto di attivi e passivi atteso in seguito a un calo istantaneo nei valori dei bond a causa di un aumento degli spread.

$$Mkt_{sp}^{bonds} = \sum_i MV_i \cdot duration_i \cdot F^{up}(rating_i)$$

- $F^{up}(rating)$  = funzione della classe di rating dell'esposizione al rischio creditizio calibrata per rilasciare gli shock consistenti con un VaR al 99,5% in seguito a un aumento degli spread creditizi.

### 2.2.1.5.2 Rischio di spread sui prodotti di credito strutturato

Il fabbisogno di capitale per il rischio di spread su prodotti strutturati è il risultato di due scenari predefiniti:

$$Mkt_{sp}^{struct\ underlying}$$

$$= \max(\Delta NAV | spread\ shock\ su\ attivi\ sottostanti\ di\ prodotti\ strutturati, 0)$$

$$Mkt_{sp}^{struct\ direct} = \max(\Delta NAV | spread\ shock\ su\ prodotti\ strutturati, 0)$$

Lo *spread shock su attivi sottostanti di prodotti strutturati* è l'effetto immediato sul NetAssetValue atteso in caso di diminuzione istantanea nei valori dei prodotti dopo un aumento degli spread del bond dell'attivo sottostante

$$Mkt_{sp}^{struct\ underlying} = \sum_i MV_i \cdot \frac{G(ratingdist_i, tenure_i) - attach_i}{detach_i - attach_i}$$

- $G(ratingdist_i, tenure_i)$  = funzione della classe di rating e del tenore dell'esposizione al rischio creditizio dentro a un aggregato di attività cartolarizzate calibrato per rilasciare degli shock consistenti con un VaR al 99,5%

Lo shock diretto (*spread shock su prodotti strutturati*) è l'effetto immediato sul NAV atteso in caso di diminuzione istantanea nei valori dei prodotti dopo un aumento degli spread.

$$Mkt_{sp}^{struct\ direct} = \sum_i MV_i \cdot duration_i \cdot F^{up}(rating_i)$$

- $F^{up}(rating_i)$  = funzione della classe di rating dell'esposizione al rischio creditizio dentro a un aggregato di attività cartolarizzate calibrato per rilasciare degli shock consistenti con un VaR al 99,5%.

### 2.2.1.5.3 Rischio di spread sui derivati creditizi

Il fabbisogno di capitale per il rischio spread su derivati è determinato come il risultato di due scenari predefiniti:

$$Mkt^{cd}_{upward} = \max(\Delta NAV | \text{upward shock sui derivati}, 0) \cdot sp$$

$$Mkt^{cd}_{downward} = \max(\Delta NAV | \text{downward shock sui derivati}, 0)$$

### 2.2.1.6 Concentrazioni del rischio di mercato

Le concentrazioni del rischio di mercato corrispondono (come citato nell'art. 105, paragrafo della direttiva 2009/138/CE) ai rischi aggiuntivi per l'impresa di assicurazione o di riassicurazione derivanti o dalla mancanza di diversificazione del portafoglio delle attività o da grandi esposizioni al rischio di inadempimento da parte di un unico emittente di titoli o di un gruppo di emittenti collegati

Il requisito patrimoniale per il rischio di concentrazione del mercato è uguale a:

$$Mkt_{conc} = \sqrt{\sum_i Conc_i^2}$$

$Conc_i$  è il requisito patrimoniale per la concentrazione del rischio di mercato su un'esposizione *single-name*  $i$  e la somma copre tutte le esposizioni *single-name*.

$$Conc_i = \Delta NAV | \text{concentration shock}$$

Il *concentration shock* su  $i$  è l'effetto immediato sul valore netto di attivi e passivi atteso dopo una istantanea diminuzione del valore delle attività corrispondenti all'esposizione *single-name*  $i$  uguale a:

$$XS_i \cdot g_i$$

- $XS_i$  è l'eccesso di esposizione;
- $g_i$  è il fattore di rischio della concentrazione del rischio di mercato che dipende dalla classe di merito di credito media ponderata dell'esposizione *single-name*  $i$  calcolata ai sensi dell'articolo 182, paragrafo 4 del regolamento delegato 2015/35 della commissione.

L'eccesso di esposizione di un'esposizione single-name  $i$  è uguale a:

$$XS_i = \max\left(\frac{E_i}{Assets_{xl}} - CT, 0\right) \text{ dove:}$$

- $E_i$  è l'esposizione al momento dell'inadempimento verso l'esposizione *single-name*  $i$ ;
- $Assets_{xl}$  è la base di calcolo del sottomodulo delle concentrazioni del rischio di mercato;
- $CT$  è la soglia relativa dell'eccesso di esposizione.

### 2.2.2 Rischio di credito

Il modulo del rischio di inadempimento di controparte riflette le possibili perdite dovute all'inadempimento imprevisto o al deterioramento del merito di credito delle controparti e dei debitori delle imprese di assicurazione e di riassicurazione nel corso dei successivi dodici mesi (art. 105, paragrafo 6 della direttiva 2009/138/CE). Il modulo del rischio di inadempimento della controparte copre i contratti finalizzati al trasferimento dei rischi, cioè:

- accordi di riassicurazione;
- cartolarizzazioni e derivati;
- crediti verso intermediari;
- qualsiasi altra esposizione creditizia non coperta dal rischio di spread.

L'EIOPA distingue due tipi di esposizioni che saranno trattate diversamente a seconda delle loro caratteristiche. Secondo l'art. 189, sezione 6 del regolamento delegato (UE) 2015/35 della commissione le esposizioni di tipo 1 sono relative a:

- (a) contratti di attenuazione del rischio, compresi accordi di riassicurazione, società veicolo, cartolarizzazioni assicurative e derivati;
- (b) depositi bancari ai sensi dell'articolo 6, voce F, della direttiva 91/674/CEE del Consiglio (1);
- (c) depositi presso imprese cedenti, se il numero delle esposizioni single-name non è superiore a 15;
- (d) impegni ricevuti da un'impresa di assicurazione o di riassicurazione che sono stati richiamati ma non versati, se il numero delle esposizioni single-name non è superiore a 15, compreso il capitale sociale sotto forma di azioni ordinarie e azioni

privilegiate richiamato ma non versato, gli impegni giuridicamente vincolanti richiamati ma non versati di sottoscrivere e pagare passività subordinate, fondi iniziali richiamati ma non versati, contributi dei membri o l'equivalente elemento dei fondi propri di base per le mutue e le imprese a forma mutualistica, garanzie richiamate ma non versate, lettere di credito richiamate ma non versate, crediti richiamati ma non versati vantati da mutue e società a forma mutualistica nei confronti dei propri membri tramite il richiamo di contributi supplementari;

- (e) impegni giuridicamente vincolanti forniti o concordati dall'impresa che possono determinare obbligazioni di versamento a carico di una controparte dipendenti dal merito di credito o dall'inadempimento, comprese garanzie, lettere di credito, lettere di patrocinio fornite dall'impresa.

Le esposizioni di tipo 2 sono tutte le esposizioni creditizie non comprese nel sottomodulo del rischio di spread che non sono esposizioni di tipo 1, compreso quanto segue:

- (a) i crediti nei confronti di intermediari;
- (b) i debitori contraenti;
- (c) i prestiti ipotecari conformi ai requisiti dell'articolo 191, paragrafi da 2 a 13;
- (d) i depositi presso imprese cedenti, se il numero delle esposizioni single-name è superiore a 15;
- (e) gli impegni ricevuti da un'impresa di assicurazione o di riassicurazione che sono stati richiamati ma non versati di cui al paragrafo 2, lettera d), se il numero delle esposizioni single-name è superiore a 15

La formula standard richiede dei dati per il calcolo del SCR per inadempimento della controparte:

- $Recoverables_i$  = miglior stima degli importi recuperabili dal contratto di riassicurazione (o SPV)  $i$  o da altri debitori coperti dal contratto di riassicurazione o di cartolarizzazione SPV  $i$ ;
- $Market_i$  = valore del derivato  $i$ ;
- $Collateral_i$  = valore *risk-adjusted* della garanzia collaterale del derivato  $i$  in relazione al contratto di riassicurazione o cartolarizzazione SPV  $i$  o in relazione al derivato  $i$ ;
- $Guarantee_i$  = valore nominale delle garanzie, lettera di credito, lettera di patronage e impegni simili  $i$ ;

- $MVGuarantee_i$  = valore in accordo con la sottoscrizione V.1 delle garanzie, lettera di credito, lettera di patronage e impegni simili  $i$ ;
- $Rating_i$  = rating della controparte in relazione alla riassicurazione, SPV; derivato, garanzie, lettere di credito, lettera di patronage e impegni simili  $i$ ;
- $SCR^{hyp}$  = fabbisogno di capitale ipotetico per il rischio di sottoscrizione e di mercato sotto la condizione che l'effetto dell'attenuazione del rischio dell'accordo assicurativo, SPV o derivato di una particolare controparte non è tenuto in considerazione nel suo calcolo;
- $SCR^{without}$  = fabbisogno di capitale per il rischio di sottoscrizione come da definizione del relativo modulo.

Nel caso delle esposizioni di tipo 2 si richiedono anche:

- $E$  = somma dei valori delle esposizioni di tipo 2, fatta eccezione per gli importi recuperabili dagli intermediari con i quali sia sopravvenuta cessazione degli obblighi contrattuali da più di 3 mesi;
- $E_{past-due}$  = somma dei valori degli importi recuperabili dagli intermediari i quali sia sopravvenuta cessazione degli obblighi contrattuali da più di 3 mesi.

Il requisito patrimoniale per il rischio di inadempimento della controparte è calcolato separatamente per i due tipi di esposizioni e poi aggregato con un contenuto effetto di diversificazione.

$$SCR_{def} = \sqrt{SCR_{def,1}^2 + 1,5 \cdot SCR_{def,1} \cdot SCR_{def,2} + SCR_{def,2}^2}$$

- $SCR_{def,1}$  è il requisito patrimoniale per il rischio di inadempimento della controparte sulle esposizioni di tipo 1 come indicato al paragrafo 2;
- $SCR_{def,2}$  è il requisito patrimoniale per il rischio di inadempimento della controparte sulle esposizioni di tipo 2 come indicato al paragrafo 3.

Gli input principali del modello del rischio di inadempimento della controparte sono le stime della LDG (loss given default) di un'esposizione, cioè le perdite per inadempimento su un'esposizione single-name, e la PD (probability of default) della controparte.

L'LDG di un'esposizione è la perdita di fondi propri di base che l'assicuratore dovrebbe sostenere se la controparte fosse inadempiente. In caso di inadempimento è di solito

possibile raccogliere una parte dell'esposizione: al fine di consentire tale recupero della controparte, la LDG è modificata da un fattore (1-RR) dove RR indica il tasso di recupero della controparte (può essere diverso per accordi di riassicurazione e cartolarizzazione, e per i derivati).

La perdita per inadempimento su un accordo di riassicurazione o su una cartolarizzazione assicurativa è uguale a:

$$LDG_i = \max(50\% \cdot (Recoverables_i + RM_{re,i} - Collateral_i), 0)$$

con  $RM_{re,i}$  che corrisponde all'effetto sulla mitigazione del rischio sul rischio di sottoscrizione del contratto di riassicurazione o di cartolarizzazione SPV  $i$ .

Quando l'accordo di riassicurazione è concluso con un'impresa di assicurazione o di riassicurazione o con un'impresa di assicurazione o di riassicurazione di un paese terzo e il 60 % o più delle attività di tale controparte è soggetto a contratti di garanzia collaterale, la perdita per inadempimento è uguale a:

$$LDG_i = \max(90\% \cdot (Recoverables_i + RM_{re,i} - Collateral_i), 0)$$

È importante sottolineare che le migliori stime degli importi recuperabili devono essere calcolate al netto delle passività nei confronti della stessa entità legale.

La perdita per inadempimento su un derivato è uguale a:

$$LDG_i = \max(90\% \cdot (Market_i + RM_{fin,i} - Collateral_i), 0)$$

con  $RM_{rc,i}$  che corrisponde all'effetto sulla mitigazione del rischio sul rischio di derivato  $i$

L'effetto dell'attenuazione del rischio,  $RM_{fin,i}$  e  $RM_{re,i}$  è la differenza tra  $SCR^{hyp}$  (fabbisogno di capitale ipotetico per il rischio di sottoscrizione e di mercato sotto la condizione che l'effetto dell'attenuazione del rischio dell'accordo assicurativo, SPV o derivato di una particolare controparte non è tenuto in considerazione nel suo calcolo) e  $SCR^{without}$  (fabbisogno di capitale per il rischio di sottoscrizione come da definizione del relativo modulo).

Tenendo conto dei dati sovrastanti possiamo ora definire il requisito patrimoniale per le esposizioni di tipo uno come:

$$SCR_{def,1} = \begin{cases} 3\sqrt{V} \text{ se } \sqrt{V} \leq 5\% \cdot \sum_i LGD_i \\ \min\left(\sum_i LGD_i; 5 \cdot \sqrt{V}\right) \text{ se } \sqrt{V} \geq 5\% \cdot \sum_i LGD_i \end{cases}$$

- $i$ = tutte le controparti indipendenti con esposizioni di tipo 1
- $LGD_i$ = loss given default delle esposizioni di tipo 1 della controparte  $i$
- $V$ = varianza della distribuzione delle perdite delle esposizioni di tipo 1 della controparte  $i$

La Varianza della distribuzione delle perdita può essere calcolata nel seguente modo:

$$V = \sum_i \sum_j u_{i,j} \cdot y_j + \sum_j v_j \cdot z_j$$

considerando:

- $y_i = \sum_i LDG_i$
- $z_j = \sum_i (LDG_i)^2$
- $u_{i,j} = \frac{p_i(1-p_i) \cdot p_j(1-p_j)}{(1+\gamma)(p_i+p_j) - p_i p_j}$
- $v_i = \frac{(1+2\gamma) \cdot p_i(1-p_i)}{2+2-p_i}$

Il requisito patrimoniale per il rischio di insolvenza delle esposizioni della controparte di tipo 2 è calcolato come risultato di uno scenario predefinito:

$$SCR_{def,2} = \Delta NAV | type\ 2\ counterparty\ default\ risk\ shock$$

Il *type 2 counterparty default risk shock* è l'effetto immediato sul valore netto degli attivi e passivi atteso in caso di caduta del valore delle esposizioni di tipo 2 del valore  $15\% \cdot E + 90\% \cdot E_{past-due}$ .

### 2.2.2.1 Rischio di controparte e calcolo degli effetti di attenuazione

I requisiti (ipotetici) di capitale in relazione alla controparte (1) sono determinati da uno specifico calcolo dei modelli che sono interessati da contratti di attenuazione del rischio con tale controparte.

Per la riassicurazione vita e per i derivati lo scenario-risultato deve essere rivalutato partendo dal presupposto che il contratto per ridurre i rischi di controparte (i) non fornirà alcun compenso per le perdite subite nello scenario. Se un modello dell'SCR non ha tenuto in considerazione l'effetto dei contratti per l'attenuazione del rischio con controparte (i) nel calcolo del requisito patrimoniale netto, i requisiti di capitale netto e lordo coincidono e  $RM_{fin,i}$  e  $RM_{re,i}$  sono nulli.

Per le riassicurazioni non-vita: se l'accordo di riassicurazione con una controparte si riferisce a una sola linea di business non-vita, allora:

$$SCR_{nl}^{hyp} - SCR_{nl}^{without} = \sqrt{\left( NL_{cat}^{hyp} - NL_{cat}^{without} \right)^2 + \left( 3\sigma_{prem,lob} \cdot (P_{lob}^{hyp} - P_{lob}^{without}) \right)^2 + \left( 3\sigma_{prem,lob} \cdot recov \right)^2 + 9\sigma_{(prem,lob)} \cdot (P_{lob}^{hyp} - P_{lob}^{without}) \cdot \sigma_{(res,lob)} \cdot recov}$$

- $(NL_{cat}^{hyp} - NL_{cat}^{without})$  = quota della controparte delle perdite CAT;
- $(P_{lob}^{hyp} - P_{lob}^{without})$  = premio di riassicurazione della controparte nelle linee business interessate;
- $\sigma_{(prem,lob)}$  = deviazione standard per il premio di rischio nelle linee di business interessate come usate nei premi e nelle riserve;
- $\sigma_{(res,lob)}$  = deviazione standard per il premio di rischio nelle linee di business interessate come usate nei premi e nelle riserve;
- $recov$  = recoverables di riassicurazione in relazione alla controparte.

Se il meccanismo legale da cui il collaterale viene trasferito assicura all'impresa il diritto di liquidare o prendere possesso legale del collaterale, in tempo opportuno, in caso di un evento di default relativo alla controparte o ad una terza parte custode del collaterale.

Allora la LGD (per tipo 1) o il valore di esposizione (per il tipo 2) può essere diminuito con il valore risk-adjusted del collaterale. Il valore risk-adjusted va calcolato come segue:

$$Collateral = 100\% \cdot (Makertvalue_{collateral} - MktRisk_{collateral})$$

- $Makertvalue_{collateral}$  = valore di mercato delle attività collaterali
- $MktRisk_{collateral}$  = regolazione per il rischio di mercato

Se il collaterale è tenuto da una terza parte custode e il collaterale adempie solo il requisito nei confronti della controparte, allora il valore risk-adjusted vale:

$$Collateral = 90\% \cdot (Makertvalue_{collateral} - MktRisk_{collateral})$$

Se il collaterale non adempie al requisito nei confronti della controparte, allora non può essere utilizzato per la attenuazione dei rischi.

Se, e nella misura in cui, le passività della controparte sono coperte rigorosamente da attività segregate in base ad accordi che soddisfano i requisiti di cui ai consigli EIOPA sulle tecniche di attenuazione del rischio finanziario, tali attività segregate devono essere

trattate come garanzie nel calcolo del modello del rischio di inadempimento della controparte.

Se la disposizione è prevista e soddisfa il requisito di cui ai consigli dell'EIOPA sulle tecniche di attenuazione del rischio finanziario, allora la controparte del rischio di credito può essere sostituito dal fornitore di una lettera di credito. Ha effetto sulla probabilità di default presa in considerazione nel calcolo e sulla valutazione di indipendenza della controparte dalle altre controparti.

## CAPITOLO III

### “Analisi approfondita del rischio di tasso”

#### 3.1 Valutazione di un'obbligazione attraverso il rischio di tasso

Un'obbligazione è un titolo emesso da un'entità sovrana o da un'azienda che intenda finanziarsi attraverso il debito. L'emittente si impegna a remunerare il prestatore con un interesse annuo che può essere fisso o variabile e corrisposto in un'unica soluzione a scadenza (zero coupon bond) o mediante cedole periodiche (generalmente semestrali o annuali).

Il rischio di un'obbligazione a reddito fisso è funzione della variabilità del suo prezzo nel corso della sua vita, variabilità legata alla variabilità del tasso d'interesse. Per valutare la rischiosità di un'obbligazione sarà opportuno dotarsi:

- a. di un modello in grado di prospettare l'andamento dei tassi d'interesse;
- b. di una funzione che misuri la sensitività del valore di un'obbligazione alla variazione del tasso d'interesse.

##### 3.1.1 La duration

La duration viene comunemente definita come la durata media di un investimento, dove la media si intende calcolata rispetto al valore attuale dei flussi di cassa spettanti all'investitore a fronte dell'investimento effettuato:

$$Duration = D = - \frac{\sum_{i=1}^n (T - t) \cdot C_i e^{-r_{T-t}(T-t)}}{\sum_{i=1}^n C_i e^{-r_{T-t}(T-t)}}$$

dove:

- $(T - t)$  = intervallo temporale tra il momento della valutazione e l'incasso del flusso
- $C_i$  = valore del flusso di cassa
- $r_{T-t}$  = tasso d'interesse all'istante  $t$  relativo agli investimenti con scadenza in  $T$

La duration può anche essere definita, osservandola in una diversa prospettiva, come misura della variazione di rendimento di un titolo al variare del tasso d'interesse; assume quindi il significato di volatilità del prezzo.

Attraverso un passaggio algebrico osserviamo che il numeratore della duration non è altro che la derivata del valore complessivo dei flussi di cassa in cui è rappresentabile un investimento.

$$V = \sum_{i=1}^n C_i e^{-r_{T-t}(T-t)}$$

$$\frac{\delta V}{\delta r_{T-t}} = \sum_{i=1}^n (T-t) \cdot C_i e^{-r_{T-t}(T-t)}$$

Se supponiamo, quindi, di conoscere la variazione  $\Delta r$  attesa del tasso d'interesse, la variazione conseguente di un titolo obbligazionario di duration  $D$  sarà calcolata come:

$$\Delta V = \Delta r \cdot V \cdot D$$

È importante sottolineare che ciò vale solo per investimenti obbligazionari a tasso fisso. Gli investimenti obbligazionari a tasso variabile hanno una duration pari a 0 in quanto il valore delle cedole e del rimborso dell'obbligazione variano al variare del tasso cui è indicizzato lasciando invariato il prezzo.

La duration è un'approssimazione del prim'ordine soggetta a un sensibile margine d'errore data la natura convessa della relazione variazione prezzo – variazione rendimento. Essa è, infatti, precisa solo per minime variazioni dei tassi; se le variazioni sono più elevate si deve ricorrere ad un altro indicatore per migliorare l'accuratezza di tale misura. Si si prende in considerazione l'indicatore di secondo ordine:

$$Convexity = D_2 = - \frac{\sum_{i=1}^n (T-t)^2 \cdot C_i e^{-r_{T-t}(T-t)}}{\sum_{i=1}^n C_i e^{-r_{T-t}(T-t)}}$$

La convexity mette in luce la convessità di un titolo: Un titolo con convessità maggiore sarà meno sensibile a un rischio di tasso d'interesse. Se i tassi salgono, la diminuzione del prezzo sarà minore, se i tassi scendono il guadagno in termini di prezzo sarà maggiore. Per tale motivo quando si acquista un titolo con convessità elevata si pagherà un prezzo maggiore.

È importante sottolineare che ciò vale solo per investimenti obbligazionari a tasso fisso. Gli investimenti obbligazionari a tasso variabile hanno una duration pari a 0 in quanto il valore delle cedole e del rimborso dell'obbligazione variano al variare del tasso cui è indicizzato lasciando invariato il prezzo.

### **3.2 Modelli interni**

I modelli interni possono essere utilizzati per rappresentare molto meglio della Standard Formula l'evoluzione dei rischi di una singola impresa, con requisiti di capitale più coerenti con l'effettivo grado di rischio della compagnia. Possono altresì essere utilizzati come strumenti effettivi di risk management nell'ambito dell'impresa.

L'impresa può essere autorizzata dall'IVASS a calcolare il Requisito Patrimoniale di Solvibilità utilizzando un modello interno completo o uno o più modelli parziali, in coerenza con le disposizioni dell'Unione europea direttamente applicabili. (comma 1, art. 46 bis, DECRETO LEGISLATIVO 7 settembre 2005, n. 209).

Le imprese di assicurazione e di riassicurazione spiegano, su richiesta delle autorità di vigilanza, i diversi usi del loro modello interno e come esse garantiscono la coerenza tra i diversi risultati quando il modello interno è utilizzato per finalità diverse. Se le imprese di assicurazione e di riassicurazione decidono di non utilizzare il modello interno per una parte del sistema di governance, in particolare per la copertura di eventuali rischi sostanziali, motivano tale decisione.

I risultati forniti dagli Internal Models dipendono fortemente dalle ipotesi sottostanti del modello.

### **3.3 Condizioni per i modelli per la struttura a termine dei tassi d'interesse**

Per la costruzione di un modello in grado di prospettare l'andamento dei tassi d'interesse è necessario fissare alcuni concetti. Il tasso d'interesse è la remunerazione attesa da un soggetto prestatore di moneta sul mercato di capitali. Il valore della remunerazione dipende da diversi fattori, primi tra tutti:

- Il rischio assunto dal prestatore. In questa sede supporremo che la controparte non esponga il creditore ad alcun rischio;
- La durata del prestito.

E' importante anche distinguere due differenti tipi di tassi d'interesse:

- Tasso spot: il rendimento che il mercato si aspetta per un investimento che ha scadenza in  $T$  ed è effettuato alla data di valutazione  $t$
- Tasso forward: rendimento che il mercato si aspetta per un investimento che ha scadenza in  $T+t$  ed è effettuato in data  $t$  successiva alla data di valutazione.

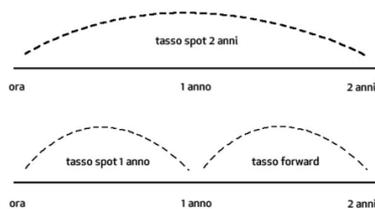


Figura 5: *tassi spot e tassi forward con  $t=1$  e  $T=2$*

Fonte: [Economia.it](http://Economia.it)

Sono presenti vincoli di coerenza tra tassi a diverse scadenze e tali vincoli sono riassunti nel principio di non arbitraggio: è in linea di principio impossibile trarre vantaggio competitivo da informazioni pubblicamente disponibili. Se per assurdo comparisse sul mercato un'opportunità di speculazione tra investimenti a differenti scadenze essa verrebbe immediatamente annullata dal comportamento degli operatori finanziari.

Secondo tale principio un investimento effettuato nel periodo  $(t, T_2)$  deve fruttare lo stesso rendimento di due investimenti consecutivi e composti effettuati in  $(t, T_1)$  e in  $(T_1, T_2)$ :

$$e^{r_{(t,T_2)}(T_2-t)} = e^{r_{(t,T_1)}(T_1-t)} \cdot e^{r_{(T_1,T_2)}(T_2-T_1)}$$

$$e^{r_{(T_1,T_2)}(T_2-T_1)} = \frac{e^{r_{(t,T_2)}(T_2-t)}}{e^{r_{(t,T_1)}(T_1-t)}}$$

$$e^{r_{(T_1,T_2)}(T_2-T_1)} = e^{r_{(t,T_2)}(T_2-t) - r_{(t,T_1)}(T_1-t)}$$

$$r_{(T_1,T_2)} = \frac{r_{(t,T_2)}(T_2-t) - r_{(t,T_1)}(T_1-t)}{(T_2-T_1)}$$

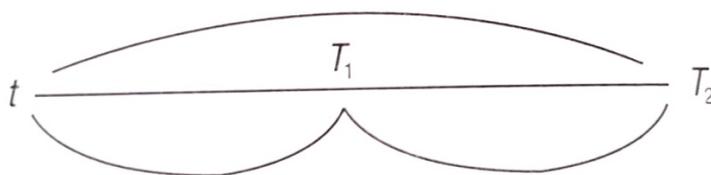


Figura 5: *legge di non arbitraggio*

Fonte: Solvency II, strumenti per il management delle aziende assicurative, Stefano Hajek

Per la costruzione di modelli relativi alla struttura a termine dei tassi è necessario assumere che si opera in un mercato perfetto, cioè un mercato che si basa sulle seguenti ipotesi:

- gli agenti sono razionali e price taker: non hanno la possibilità di influire sul comportamento del mercato;
- assenza di arbitraggio (no free lunch): non è possibile costruire sul mercato posizioni e strategie che consentano di ottenere guadagni senza alcun tipo di rischio;
- non frizionalità: non ci sono costi di transizione, non ci sono costi fiscali ed è consentita la vendita allo scoperto;
- completezza: ossia, la disponibilità illimitata di titoli con scadenze diverse e l'infinita divisibilità degli stessi.

Individuiamo ora i fattori determinanti della struttura a termine dei tassi:

- teoria delle aspettative pure: in un dato istante nel tempo, la curva dei rendimenti riflette le aspettative attuali del mercato sui tassi futuri a breve termine. In altre parole, Secondo questa teoria, il valore fissato dal mercato per i tassi a termine coincide con il valore che il mercato si aspetta per i tassi a pronti futuri;
- teoria della preferenza per la liquidità: gli agenti del mercato sono meno favorevoli a investire in titoli a lunga scadenza in quanto vi sono maggiori incertezze e difficoltà previsive per le scadenze future. Per questo motivo, gli investitori saranno disposti a investire in attività a lungo termine solo se gli verrà corrisposto un premio per il rischio dato dall'incertezza del valore futuro del titolo. Inoltre, evidenzia che il possesso della moneta procura il vantaggio della liquidità, poiché essa gode della proprietà di convertirsi all'istante in qualsiasi altro bene.
- teoria dei mercati segmentati: secondo tale teoria gli agenti svolgono la propria attività di finanziamento e investimento in definiti orizzonti temporali ben distinti nei quali viene determinato il prezzo (tasso di interesse) attraverso l'incrocio della domanda e dell'offerta;
- teoria dell'habitat preferito: questa teoria mitiga la teoria precedente sul mercato segmentato. Infatti, gli agenti, pur avendo convenienza a investire su un segmento specifico, sono disposti a uscire da questo «habitat» preferito investendo anche in titoli con vita e scadenza diversa se questi offrono un premio in termini di extra rendimento.

### 3.4 Struttura a termine affine

Utilizzeremo successivamente questo tipo di struttura a termine per spiegare uno dei modelli affini unifattoriali.

Se la struttura a termine  $\{p(t, T); 0 \leq t \leq T, T > 0\}$  ha la forma:  $p(t, T) = F(T, r_t; T)$

dove F ha la forma  $F(T, r_t; T) = e^{A(t, T) - B(t, T)r}$

e dove A e B sono funzioni deterministiche, allora il modello possiede una struttura a termine affine (ATS).

Le funzioni A e B sono funzioni a due variabili reali t e T, ma è più conveniente pensare ad A e B come funzioni di t e a T come un parametro. Un punto fondamentale per ottenere una ATS è la scelta di  $\mu$  e  $\sigma$  nelle Q-dinamiche per r. Enunciamo allora il seguente risultato principale:

Assumiamo che  $\mu$  e  $\sigma$  siano della forma 
$$\begin{cases} \mu_{(t,r)} = \alpha_t r + \beta_t \\ \sigma_{(t,r)}^2 = \gamma_t r + \delta_t \end{cases}$$

Allora il modello ammette una ATS nella forma  $F(T, r_t; T) = e^{A(t, T) - B(t, T)r}$ , dove A e B soddisfano il seguente sistema:

$$\begin{cases} B_{(t,T)} + \alpha_{(t,T)} B_{(t,T)} - \frac{1}{2} \gamma_t B_{(t,T)}^2 = -1 \\ B_{(T,T)} = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} A_{(t,T)} = \beta_t B_{(t,T)} - \frac{1}{2} \delta_t B_{(t,T)}^2 \\ A_{(T,T)} = 0 \end{cases}$$

Dopo aver risolto l'equazione del primo sistema possiamo inserire la soluzione B nell'equazione del secondo sistema e, poi integrare per ottenere A. L'importanza della ATS è dovuta al fatto che si ottiene un'espressione analitica per  $p(t, T)$ . In generale l'ipotesi che  $\mu$  e  $\sigma^2$  dipendono linearmente da r non è una condizione necessaria per avere una ATS. Si può dimostrare che  $\mu$  e  $\sigma^2$  se sono indipendenti dal tempo, allora una condizione necessaria per l'esistenza di una ATS è che  $\mu$  e  $\sigma^2$  siano affini.

### 3.5 Modelli unifattoriali

Per valutare la scadenza dei tassi d'interesse spot, utilizzata per l'attualizzazione di attività e passività dei bilanci delle compagnie assicurative, un approccio comune è l'impiego dei modelli unifattoriali.

Tali modelli sono quei modelli interni di cui si è parlato in precedenza, i quali possono essere utilizzati nel caso in cui si scelga di non seguire la procedura prescritta dalla standard formula. Le imprese di assicurazione e di riassicurazione spiegano, su richiesta delle autorità di vigilanza, i diversi usi del loro modello interno e come esse garantiscono la coerenza tra i diversi risultati quando il modello interno è utilizzato per finalità diverse (art.223 del regolamento delegato (UE) 2015/35 della commissione)

Se le imprese di assicurazione e di riassicurazione decidono di non utilizzare il modello interno per una parte del sistema di governance, in particolare per la copertura di eventuali rischi sostanziali, motivano tale decisione.

Nei modelli unifattoriali il tasso d'interesse è descritto da un processo stocastico che dipende da un solo fattore di incertezza.

Il tasso a breve è descritto dalla seguente equazione differenziale stocastica:

$$dr_t = m(r)dt + \sigma(r)dW_t$$

dove:

- $W_t = \{W_t\}_{t \geq 0}$  è un processo di *Wiener*, cioè un processo stocastico a incrementi stazionari indipendenti
- $m(r)$  = è il drift istantaneo in funzione di  $r$  ma indipendente dal tempo  $t \geq 0$
- $\sigma(r)$  = è la deviazione standard istantanea in funzione di  $r$  ma indipendente dal tempo  $t \geq 0$

Un modello a un solo fattore implica che tutti i tassi si muovano nella stessa direzione a ogni istante  $t$  ma non che tutti si muovano in uguale misura.

I due modelli di questo tipo più diffusi sono il modello di Vasicek e il modello di Cox, Ingersoll e Ross (CIR). Questi sono famosi in quanto la determinazione del tasso scaturisce da una soluzione in forma chiusa ed inoltre perché sono modelli di Equilibrio Economico Generale che consentono di costruire il prezzo equo (del titolo obbligazionario) da confrontare col relativo prezzo di mercato, e di individuare così l'eventuale scostamento (residuo del modello). È quindi una caratteristica peculiare di questa categoria di modelli quella di poter effettuare delle calibrazioni sui parametri in modo tale da poter rendere il modello coerente alla struttura a termine corrente;

### 3.5.1 Modello di Vasicek

La prima assunzione del modello di Vasicek è che il tasso spot *risk free* sia un processo stocastico markoviano, cioè un tipo di processo casuale in cui il futuro comportamento dipende solo dallo stato attuale del processo e non da come si è giunti a tale stato. In altre parole, soddisfa la proprietà di Markov, che afferma che la probabilità di passare da uno stato all'altro dipende solo dallo stato attuale e non dalla sequenza completa degli eventi precedenti.

In questo modello  $m(r) = a(b - r)$  perciò il processo che descrive l'evoluzione del tasso  $r$  in un mondo senza rischio è esprimibile con la seguente equazione differenziale stocastica:

$$dr_t = (b - ar)dt + \sigma(r)dW_t$$

che può anche essere trascritta come:  $dr_t = a\left(\frac{b}{a} - r\right)dt + \sigma(r)dW_t$  con  $\frac{b}{a} = \gamma$

dove:

- $a$ : velocità di *mean reversion*;
- $\gamma$ : tasso medio di lungo periodo;
- $\sigma$ : volatilità del tasso
- $dW_t$  è un moto browniano.

Questo processo è un esempio di *mean reverting*, cioè un processo in cui il valore di  $r$  tende a raggiungere il suo valore medio nel lungo periodo.

Nell'equazione il lungo periodo è rappresentato dal parametro  $b$ , infatti:

- se  $r > \gamma$  il drift è negativo, il livello di  $r$  tende a scendere;
- se  $r < \gamma$  il drift è positivo e tende a far aumentare il valore di  $r$ .

Applichiamo ora la teoria della ATS per studiare il modello di Vasicek.

Le equazioni

$$\begin{cases} B_{(t,T)} + \alpha_{(t,T)}B_{(t,T)} - \frac{1}{2}\gamma_t B_{(t,T)}^2 = -1 \\ B_{(T,T)} = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} A_{(t,T)} = \beta_t B_{(t,T)} - \frac{1}{2}\delta_t B_{(t,T)}^2 \\ A_{(T,T)} = 0 \end{cases}$$

diventano:

$$\begin{cases} B_{(t,T)} - aB_{(t,T)} = -1 \\ B_{(T,T)} = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} A_{(t,T)} = bB_{(t,T)} - \frac{1}{2}\sigma^2 B_{(t,T)}^2 \\ A_{(T,T)} = 0 \end{cases}$$

Il primo sistema può essere facilmente risolto come  $B_{(t,T)} = \frac{1}{a}\{1 - e^{-a(T-t)}\}$

Integrando l'equazione del secondo sistema otteniamo  $A_{(t,T)} = \frac{\sigma^2}{2} \int_t^T B_{(s,T)}^2 ds - b \int_t^T B_{(s,T)} ds$

Sostituendo poi l'espressione per B sopra, otteniamo il seguente risultato:

I prezzi sono dati da

$$p(t, T) = e^{A_{(t,T)} - B_{(t,T)}r}$$

Dove:

$$B_{(t,T)} = \frac{1}{a}\{1 - e^{-a(T-t)}\}$$

$$A_{(t,T)} = \frac{\{B_{(t,T)} - T + t\}(ab - \frac{1}{2}\sigma^2)}{a^2} - \frac{\sigma^2 B_{(t,T)}^2}{4a}$$

Il vantaggio principale del modello di Vasicek è sicuramente il suo facile utilizzo dal momento che ammette soluzioni analitiche, ed inoltre descrive piuttosto realisticamente i processi osservati sulla serie storica del tasso di breve periodo. Ha però un punto di debolezza che è proprio quello di non assumere tutta la struttura a termine corrente ma di assumere solo il tasso di breve periodo; questo comporta la possibilità di generare situazioni di arbitraggio. Un'altra restrizione di questo modello deriva dalla sua struttura a singolo fattore, che non è in grado di cogliere tutti i movimenti complessivi della curva dei tassi. Inoltre, viene messa in discussione l'ipotesi del modello secondo cui tutti i tassi presentano la stessa volatilità.

### 3.5.2 Modello di Cox, Ingersoll e Ross (CIR)

La determinazione del prezzo secondo il modello CIR scaturisce da una soluzione in forma chiusa; la legge del moto che descrive la dinamica del processo  $r$  è definita dalla seguente equazione differenziale stocastica:

$$dr_t = a(\gamma - r_t)dt + \sigma\sqrt{r_t}dW_t$$

Dove  $a, \gamma$  e  $\sigma$  sono costanti.

- $a$  = velocità di adattamento
- $\gamma$  = tasso medio di lungo periodo
- $\sigma\sqrt{r_t}$  = volatilità implicita
- $dW_t$  = moto browniano standard

Il drift del modello viene espresso nello stesso modo del modello di Vasicek, assicurando quindi la proprietà di *mean reversion*. Una differenza è riscontrabile nella componente relativa alla deviazione standard del modello, che permette la possibilità di avere valori negativi dei tassi di interesse.

Per effettuare la stima dei parametri del modello CIR si può ricorrere al metodo dei minimi quadrati su una trasformazione lineare dello stesso:

$$r_{t+1} = r_t + k(\mu - r_t)dt + \sigma\sqrt{r_t}dW$$

$$y_t = mx_t + h$$

per

$$y_t = r_{t+1} - r_t$$

$$x_t = r_t$$

$$m = -kdt$$

$$h = k\mu dt$$

da cui deriviamo:  $k = -\frac{m}{dt}$  e  $\mu = -\frac{h}{m}$

Il termine  $\sigma$  viene stimato come deviazione standard dei residui  $y_t - (mx_t + h)$ .

Determiniamo quindi i parametri  $m$  e  $h$  per cui è minimo il valore di

$$S = \sum_{i=1}^n u_i^2 \quad u_i = y_i - h - mx_i \quad u_i \sim N(0, \sigma\sqrt{x_i})$$

Uguagliamo a zero le derivate parziali:

$$\frac{\delta S}{\delta m} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - h - mx_i)x_i$$

$$\frac{\delta S}{\delta h} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - h - mx_i)$$

dove  $n$  è il numero di elementi della serie storica osservata; ricaviamo poi il sistema:

$$\begin{cases} hn + m \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i \\ h \sum_{i=1}^n x_i + m \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i \end{cases}$$

la cui soluzione è:

$$m = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} = \frac{cov(x, y)}{var(x)}$$

$$h = \frac{n \sum_{i=1}^n y_i \sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i y_i \sum_{i=1}^n x_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} = \bar{y} - n$$

possiamo poi ricavare  $\mu$  e  $k$ :

$$k = -\frac{m}{dt}$$

$$\mu = \frac{h}{kdt}$$

Pur essendo un modello unifattoriale, i movimenti paralleli derivanti dal CIR spiegano oltre l'80 per cento dei movimenti della curva di rendimento. Quindi, questo modello può essere considerato una buona approssimazione della dinamica del tasso di interesse.

### 3.4.3 Modello di Black and Scholes

Il modello di Black e Scholes (B-S) è un modello di "non arbitraggio" ossia calcola il prezzo di equilibrio delle opzioni partendo dall'assunto che nel mercato non esistano opportunità di arbitraggio. Il modello è basato sul principio di assenza di arbitraggio e sull'argomentazione di hedging; per descrivere l'evoluzione dei prezzi utilizza un processo stocastico definito nel tempo continuo; non considera il rischio di tasso d'interesse. Pertanto esso parte dalla costruzione di un portafoglio privo di rischio composto da opzioni e attività sottostante e ne calcola il valore attuale ipotizzando che il suo rendimento debba necessariamente essere uguale al tasso risk free.

La formula 1 rappresenta l'equazione fondamentale di B-S che permette di calcolare il prezzo dei principali contratti derivati:

$$\frac{\delta f}{\delta t} + rS \frac{\delta f}{\delta S} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\delta^2 f}{\delta S^2} = rf$$

- $f$  = valore del derivato;
- $\sigma^2$  = volatilità del sottostante;

- $t$  = tempo;
- $r$  = tasso risk-free;
- $S$  = prezzo spot del sottostante.

Questa equazione differenziale presenta infinite soluzioni; specificando le condizioni al contorno (ossia le caratteristiche specifiche dello strumento derivato oggetto di valutazione) è possibile trovare una soluzione unica che rappresenta appunto il prezzo di equilibrio dello strumento.

Anche se l'approccio alla Black & Scholes è correntemente utilizzato per il pricing di derivati scritti su sottostanti di tipo piuttosto generale, l'interpretazione più immediata del modello si ha nella valutazione di opzioni su titoli azionari.

Il modello di Black & Scholes è basato su cinque ipotesi principali:

- il mercato è aperto con continuità;
- il mercato è perfetto;
- sono esclusi arbitraggi non-rischiosi;
- sul mercato sono disponibili ZCB default-free con scadenza qualsiasi, e la struttura per scadenza dei tassi d'interesse è deterministica e piatta a un livello di intensità istantanea di interesse  $r$ ;

### 3.6 Determinazione della varianza condizionale

Nelle analisi di fluttuazione dei prezzi è importante conoscere il tasso di variazione giornaliero  $u_i = \ln \frac{x_i}{x_{i-1}}$ , la quale esprime il dato storico di varianza.

Lo stimatore più immediato di tale grandezza è la deviazione standard:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (u_i - \mu)^2}$$

con  $\mu$  = media stimata della distribuzione degli  $u_i$ .

Tale grandezza è riferita ad un solo giorno; per estendere la stima ad  $n$  giorni bisognerà calcolare  $\sqrt{n}\sigma$ .

Per semplicità di calcolo il tasso di variazione giornaliero può anche essere approssimato in questo modo:  $u_i = \frac{x_i - x_{i-1}}{x_i}$ . Tale successione oscilla intorno allo zero, perciò, si può affermare che la sua media  $\mu$  sia uguale a 0. Dato ciò, si avrà:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n u_i^2}$$

Si può effettuare una stima più accurata incorporando nell'estimatore un fattore correttivo che compensa eventuali sotto o sopravvalutazioni della varianza:

$$\sigma^2 = \lambda \sigma_{n-1}^2 + (1 - \lambda) u_{n-1}^2 \quad \text{con } 0 \leq \lambda \leq 1$$

## CAPITOLO IV

### “Applicazione della formula standard per il calcolo dell’ $SCR_{interest}$ di un portafoglio obbligazionario, lato attivi”

#### 4.1 Portafoglio obbligazionario

Analizzeremo il rischio di tasso d’interesse di un portafoglio obbligazionario ipotetico di una compagnia d’assicurazione, concentrandoci sul lato attivi. Applicheremo la Standard Formula e calcoleremo l’ $SCR_{interest}$ , cioè quello che nel paragrafo dedicato al rischio di tasso abbiamo chiamato  $Mkt_{int}^{up} = \Delta NAV|_{up}$ : la variazione nel valore attuale netto degli attivi, dovuta alla rivalutazione di tutti gli strumenti sensibili all’aumento dei tassi d’interesse. Analizziamo solo lo shock *upward* in quanto stiamo analizzando solo l’attivo e quindi lo shock che crea una diminuzione del valore dei titoli è il rialzo dei tassi.

Il portafoglio ipotetico è composto dai seguenti titoli in identica percentuale:

Titolo	Scadenza	Cedola (annuale)
Btp-Inv29 5,25%	01/11/2029	5,25
Btp Tf 4,75% St28 Eur	01/09/2028	4,75
Btp Futura Nv28 Eur	17/11/2028	0,60
Btp Tf 2,65% Dc27 Eur	01/12/2027	2,65
Btpi Tf 1,30% Mg28 Eur	15/05/2028	1,34
Btp Tf 3,00% Ag29 Eur	01/08/2029	3,00
Btpi Tf 0,4% Mg30 Eur	15/05/2030	0,40
Btp Tf 3,80% Ap26 Eur	15/04/2026	3,80
Btp Fx 2.95% Feb27 Eur	15/02/2027	2,95
Btpi Tf 1,25% St32 Eur	15/09/2032	1,25

Per facilità di calcolo consideriamo le cedole annuali e non semestrali, come realmente vengono emesse. I titoli scelti sono tutti BTP (Buono del Tesoro Poliennale): sono titoli di stato emessi dal Tesoro italiano; si tratta di titoli obbligazionari emessi per finanziare il debito pubblico dell’Italia ed hanno una durata di solito compresa tra i 3 e 30 anni.

Chi acquista un BTP presta denaro allo Stato italiano e in cambio riceve interessi periodici (il cosiddetto "coupon") fino alla scadenza del titolo, quando viene restituito il capitale investito. I BTP sono generalmente considerati titoli di debito sicuri poiché sono emessi da un paese dell'eurozona, ma il loro valore può essere influenzato da vari fattori economici, tra cui le fluttuazioni dei tassi di interesse.

#### **4.2 Applicazione della formula standard**

Per calcolare l' $SCR_{interest}$  secondo la Formula Standard dobbiamo calcolare la variazione nel valore attuale netto degli attivi, dovuta all'aumento dei tassi d'interessi nello scenario shock *upward*.

Una volta esplicitati tutti i flussi di ogni titolo si attualizzano utilizzando il tasso dello scenario base reperibile nella curva dei tassi spot pubblicata dall'EIOPA. In particolare, si fa riferimento a quella di Novembre 2022<sup>1</sup>. Si seleziona il tasso sulla curva in base all'anno di scadenza del titolo in questione. Sommando poi i flussi attualizzati otterremo il prezzo base del titolo. Si ripete lo stesso procedimento attualizzando i flussi con il tasso spot dello scenario *upward* (tasso aumentato) per l'anno di scadenza del titolo e sommandoli ottenendo il prezzo shift up

Calcolando la differenza tra il prezzo base e il prezzo shift up otterremo il valore dell' $SCR_{interest}$  per ogni titolo.

Ovviamente il prezzo base sarà maggiore del prezzo dopo lo shock in quanto un aumento dei tassi di interesse causa una diminuzione del prezzo del titolo.

Successivamente si ripete il procedimento per i flussi di portafoglio, ottenendo così l' $SCR_{interest}$  dell'intero portafoglio obbligazionario.

---

<sup>1</sup> [https://www.eiopa.europa.eu/tools-and-data/risk-free-interest-rate-term-structures/risk-free-rate-previous-releases-and-preparatory-phase\\_en](https://www.eiopa.europa.eu/tools-and-data/risk-free-interest-rate-term-structures/risk-free-rate-previous-releases-and-preparatory-phase_en)

<b>Btp Inv29 5,25%</b>					
titolo 1	BTP	cedola annuale	5,25		
t anni	stacco cedola	flussi di cassa	prezzo base attualizzato	prezzo shift up attualizzato	
0	01/01/24				
0,504	01/11/24	5,25	5,185003194	5,152140938	
1,504	01/11/25	5,25	5,058441	4,963383465	
2,504	01/11/26	5,25	4,934968098	4,781541444	
3,504	01/11/27	5,25	4,814509081	4,606361516	
4,507	01/11/28	5,25	4,696672385	4,437145839	
5,507	01/11/29	105,25	91,8587918	85,69522022	
			TOT=	TOT=	SCR interest
			116,5483856	109,6357934	6,912592129
<b>Btp Tf 4,75% St28 Eur</b>					
titolo 2	BTP	cedola annuale	4,75		
t anni	stacco cedola	flussi di cassa	prezzo base attualizzato	prezzo shift up attualizzato	
0	01/01/24				
0,337	01/09/24	4,75	4,709880275	4,688377552	
1,337	01/09/25	4,75	4,59280956	4,510180327	
2,337	01/09/26	4,75	4,478648802	4,338756074	
3,337	01/09/27	4,75	4,36732567	4,173847365	
4,340	01/09/28	104,75	93,91060135	88,53647107	
			TOT=	TOT=	SCR interest
			112,0592657	106,2476324	5,811633272
<b>Btp Futura Nv28 Eur</b>					
titolo 3	BTP	cedola annuale	0,6		
t anni	stacco cedola	flussi di cassa	prezzo base attualizzato	prezzo shift up attualizzato	
0	01/01/24				
0,548	17/11/24	0,60	0,591781557	0,58739475	
1,548	17/11/25	0,60	0,577071992	0,565068878	
2,548	17/11/26	0,60	0,562728053	0,543591575	
3,548	17/11/27	0,60	0,548740654	0,522930588	
4,551	17/11/28	100,60	89,71240269	84,33658252	
			TOT=	TOT=	SCR interest
			91,99272495	86,55556832	5,43715663
<b>Btp Tf 2,65% Dc27 Eur</b>					
titolo 4	BTP	cedola annuale	2,65		
t anni	stacco cedola	flussi di cassa	prezzo base attualizzato	prezzo shift up attualizzato	
0	01/01/24				
0,605	01/12/24	2,650	2,60862957	2,585009373	
1,586	01/12/25	2,650	2,542812885	2,48283906	
2,586	01/12/26	2,650	2,477481693	2,382923095	
3,586	01/12/27	102,650	93,50171662	88,58997181	
			TOT=	TOT=	SCR interest
			101,1306408	96,04074334	5,089897434
<b>Btp Tf 1,30% Mg28 Eur</b>					
titolo 5	BTP	cedola annuale	1,34		
t anni	stacco cedola	flussi di cassa	prezzo base attualizzato	prezzo shift up attualizzato	
0	01/01/24				
0,038	15/05/24	1,340	1,338706927	1,338009864	
1,038	15/05/25	1,340	1,305431479	1,287154394	
2,038	15/05/26	1,340	1,272983139	1,238231853	
3,038	15/05/27	1,340	1,241341348	1,191168775	
4,041	15/05/28	101,340	91,53895372	86,65120858	
			TOT=	TOT=	SCR interest
			96,69741661	91,70577346	4,991643153
<b>Btp Tf 3,00% Ag29 Eur</b>					
titolo 6	BTP	cedola annuale	3,00		
t anni	stacco cedola	flussi di cassa	prezzo base attualizzato	prezzo shift up attualizzato	
0	01/01/24				
0,252	01/08/24	3,00	2,981371648	2,971908748	
1,252	01/08/25	3,00	2,908598513	2,863027801	
2,252	01/08/26	3,00	2,837601718	2,758135893	
3,252	01/08/27	3,00	2,768337904	2,657086879	
4,255	01/08/28	3,00	2,700581922	2,559478224	
5,255	01/08/29	103,00	90,45675139	84,65595312	
			TOT=	TOT=	SCR interest
			104,6532431	98,46559067	6,187652428

<b>Btpi Tf 0,4% Mg30 Eur</b>					
titolo 7	BTP	cedola annuale	0,40		
t anni	stacco cedola	flussi di cassa	prezzo base attualizzato	prezzo shift up attualizzato	
0	01/01/24				
0,038	15/05/24	0,40	0,399624774	0,399444297	
1,038	15/05/25	0,40	0,389965332	0,385225619	
2,038	15/05/26	0,40	0,380539372	0,371513072	
3,038	15/05/27	0,40	0,371341249	0,358288638	
4,041	15/05/28	0,40	0,362341166	0,345500633	
5,041	15/05/29	0,40	0,353582917	0,333202142	
6,041	15/05/30	100,40	86,604128	80,65669879	
			TOT=	TOT=	SCR interest
			88,86152281	82,84987319	6,011649628
<b>Btp Tf 3,80% Ap26 Eur</b>					
titolo 8	BTP	cedola annuale	3,8		
t anni	stacco cedola	flussi di cassa	prezzo base attualizzato	prezzo shift up attualizzato	
0	01/01/24				
0,956	15/04/25	3,8	3,69290399	3,621519706	
1,956	15/04/26	103,8	97,90322506	94,07062559	
			TOT=	TOT=	SCR interest
			101,5961291	97,69214529	3,903983761
<b>Btp Fx 2,95% Feb27 Eur</b>					
titolo 9	BTP	cedola annuale	2,95		
t anni	stacco cedola	flussi di cassa	prezzo base attualizzato	prezzo shift up attualizzato	
0	01/01/24				
0,795	15/02/25	2,95	2,886358731	2,847229463	
1,795	15/02/26	2,95	2,808206349	2,722953849	
2,795	15/02/27	102,95	95,34810416	90,87876721	
			TOT=	TOT=	SCR interest
			101,0426692	96,44895053	4,593718712
<b>Btpi Tf 1,25% St32 Eur</b>					
titolo 10	BTP	cedola annuale	1,250		
t anni	stacco cedola	flussi di cassa	prezzo base attualizzato	prezzo shift up attualizzato	
0	01/01/24				
0,375	15/09/24	1,250	1,239	1,233748633	
1,375	15/09/25	1,250	1,209	1,191475096	
2,375	15/09/26	1,250	1,180	1,150650033	
3,375	15/09/27	1,250	1,151	1,111223812	
4,378	15/09/28	1,250	1,124	1,073046	
5,378	15/09/29	1,250	1,097	1,036278827	
6,378	15/09/30	1,250	1,070	1,000771456	
7,378	15/09/31	1,250	1,045	0,96648072	
8,381	15/09/32	101,250	82,566	75,59533825	
			TOT=	TOT=	SCR interest
			91,679	84,359	7,320207786

Successivamente si ripete il procedimento per i flussi di portafoglio, ottenendo così l' $SCR_{interest}$  dell'intero portafoglio obbligazionario.

	flusso titolo 1	flusso titolo 2	flusso titolo 3	flusso titolo 4	flusso titolo 5	flusso titolo 6	flusso titolo 7	flusso titolo 8	flusso titolo 9	flusso titolo 10	flusso titolo portafoglio	prezzo attualizzato base	prezzo attualizzato shift up
0													
0,038					1,34		0,40				1,74	1,738391295	1,737696247
0,252						3,00					3	2,981654277	2,973757446
0,337		4,75									4,75	4,711194991	4,694516304
0,375											1,250	1,238641918	1,233763364
0,504	5,25										5,25	5,185986301	5,158552787
0,548			0,60								0,6	0,592049713	0,588645178
0,605				2,650							2,65	2,611260708	2,594687958
0,795									2,95		2,95	2,893462298	2,869555459
0,956											3,8	3,712593741	3,675429672
1,038					1,34		0,40		3,8		1,74	1,696587382	1,678155297
1,252						3,00					3	2,909953035	2,871863722
1,337		4,75									4,75	4,597902669	4,533661977
1,375											1,250	1,208855713	1,191489323
1,504	5,25										5,25	5,061276449	4,981798574
1,548			0,60								0,6	0,577812415	0,568475661
1,586				2,650							2,65	2,549645394	2,507443258
1,795									2,95		2,95	2,823881849	2,771038996
1,956								103,8			103,8	98,97371665	96,95722093
2,038					1,34		0,40				1,74	1,655774393	1,620634351
2,252						3,00					3	2,839972238	2,773456016
2,337		4,75									4,75	4,487336237	4,378331302
2,375											1,250	1,179775957	1,150650033
2,504	5,25										5,25	4,93952378	4,811082338
2,548			0,60								0,6	0,56391824	0,548998288
2,586				2,650							2,65	2,488314619	2,421520202
2,795									102,95		102,95	96,17996604	93,39261098
3,038					1,34		0,40				1,74	1,615957207	1,565104444
3,252		4,75				3,00					3	2,771678089	2,678425448
3,337											4,75	4,379427152	4,228301176
3,375											1,25	1,151405329	1,111223812
3,504	5,25										5,25	4,820768638	4,646233957
3,548			0,60								0,6	0,550357433	0,530187245
3,586				102,650							102,65	94,06911544	90,58498157
4,041					101,34		0,40				101,74	92,20873679	88,36954337
4,255						3,00					3	2,70485854	2,586404031
4,340		104,75									104,75	94,24915393	90,04158614
4,378											1,250	1,123642007	1,073046
4,507	5,25										5,25	4,704527599	4,486605407
4,551			100,60								100,6	90,05157193	85,8466122
5,041							0,40				0,4	0,353809947	0,33552942
5,255						103,00					103	90,63317295	85,7520608
5,378											1,25	1,096621259	1,036278827
5,507	105,25										105,25	92,04655011	86,86382741
6,041							100,40				100,4	86,67052757	81,33194538
6,378										1,250	1,25	1,070250292	1,000771456
7,378										1,25	1,25	1,04451348	0,96648072
8,381										101,250	101,25	82,56553506	75,59533825
											TOT	TOT	
												1010,281646	965,3144399

TOT	TOT	SCR interest
1010,281646	965,3144399	44,96720611

## CONCLUSIONI

In questa tesi, abbiamo approfondito le differenze e le peculiarità del metodo della formula standard introdotto dal regime di Solvency II. Il nuovo quadro normativo ha segnato una svolta significativa nella gestione del rischio e nel calcolo dei requisiti patrimoniali per le compagnie di assicurazione nell'Unione Europea. Attraverso un'analisi dettagliata, abbiamo messo in luce come Solvency II, con la sua formula standard, abbia trasformato l'approccio alla solvibilità e alla gestione del rischio, rispetto ai modelli precedentemente utilizzati.

Uno degli aspetti più rilevanti emersi dalla nostra analisi è la maggiore granularità e precisione nel calcolo dei requisiti patrimoniali. La formula standard di Solvency II, infatti, permette una valutazione più articolata dei rischi, suddividendoli in categorie specifiche come il rischio di mercato, il rischio di credito, il rischio operativo e il rischio di sottoscrizione. Questa suddivisione consente alle compagnie di avere una visione più

chiara e dettagliata dei propri profili di rischio, migliorando la capacità di individuare e gestire le esposizioni più critiche.

Inoltre, Solvency II introduce una dimensione dinamica e prospettica nella valutazione del rischio, richiedendo alle compagnie di considerare non solo la situazione attuale, ma anche scenari futuri e potenziali shock di mercato. Questo approccio forward-looking rappresenta un significativo avanzamento rispetto ai modelli statici precedentemente in uso, contribuendo a una maggiore resilienza del settore assicurativo di fronte a eventi imprevisti.

Un altro punto di forza del regime di Solvency II è l'enfasi sulla trasparenza e sulla governance. Le compagnie sono tenute a mantenere un livello elevato di trasparenza nei confronti delle autorità di vigilanza e del mercato, attraverso reportistica dettagliata e processi di valutazione interna del rischio. Questo non solo migliora la fiducia del mercato nei confronti delle compagnie di assicurazione, ma promuove anche una cultura aziendale orientata alla gestione proattiva del rischio.

Tuttavia, la nostra analisi ha evidenziato anche alcune sfide e criticità legate all'implementazione della formula standard. La formula standard, pur essendo un ottimo strumento di valutazione del rischio, può risultare meno flessibile rispetto a modelli interni personalizzati, che possono adattarsi meglio alle specificità di ogni singola compagnia.

In conclusione, il regime di Solvency II e la sua formula standard hanno indubbiamente portato benefici significativi in termini di gestione del rischio e di stabilità finanziaria del settore assicurativo europeo. Tuttavia, è fondamentale che le compagnie continuino a sviluppare competenze interne e a investire in processi di miglioramento continuo, per poter sfruttare appieno le potenzialità offerte dal nuovo quadro normativo e per affrontare efficacemente le sfide future.

## BIBLIOGRAFIA

1. DECRETO LEGISLATIVO 7 settembre 2005, n. 209
2. DIRETTIVA 2009/138/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 25 novembre 2009, in materia di accesso ed esercizio delle attività di assicurazione e riassicurazione (solvibilità II)
3. EIOPA *Technical Information on risk free interest rate term-structure*
4. EIOPA (2019), *Technical Specification*
5. IVASS, (2009) *Direttiva Solvency II 2009*
6. IVASS (2017), *Direttiva Solvency II aggiornata*
7. IVASS (2012), *Guida a Solvency II*
8. IVASS (2016) *Solvency II, La nuova regolamentazione prudenziale del settore assicurativo: una guida semplificata*
9. IVASS (2017) *Solvency II, La nuova regolamentazione prudenziale; SCR: il nuovo requisito patrimoniale per le imprese*
10. Hajek, S. (2011), *Solvency II*
11. REGOLAMENTO DELEGATO (UE) 2015/35 DELLA COMMISSIONE del 10 ottobre 2014, *integrante direttiva*
12. REGOLAMENTO IVASS N. 35 DEL 7/2/2017
13. “*Re-evaluation of the capital charge in insurance after a large shock: empirical and theoretical views*” (Financial Stability Report) di Fabrice BOREL-MATHURIN, Stéphane LOISEL, Johan SEGERS (2017).

## SITOGRAFIA

1. <https://www.ania.it>
2. [https://www.eiopa.europa.eu/index\\_en](https://www.eiopa.europa.eu/index_en)
3. <https://www.ivass.it>
4. <https://www.panoramassicurativo.ania.it>