



# **Laboratorio di simulazioni finanziarie**

**A.A. 2017/2018**

## **Approccio attuariale alla misurazione del rischio operativo**



*ERIK HOLLER - ELIA SCARPARO - STEFANO ZAMPIERO*



# Indice

1. Il rischio operativo a livello attuariale
2. Il Loss Distribution Approach (LDA)
3. Indicatori di rischio: VAR (*Value at risk*) & CAR (*Capital at risk*)
4. Applicazioni: modellizzazione della perdita e simulazione monte carlo
5. Vantaggi e limiti del Loss Distribution Approach



1. **Il rischio operativo a livello attuariale**
2. Il Loss Distribution Approach (LDA)
3. Indicatori di rischio: VAR (*Value at risk*) & CAR (*Capital at risk*)
4. Applicazioni: modellizzazione della perdita e simulazione monte carlo
5. Vantaggi e limiti del Loss Distribution Approach



# Definizione di rischio operativo

*“ Rischio di perdite dovute a inadeguati processi interni, errori umani, carenze nei sistemi operativi o a causa di eventi esterni ”*

Ogni banca deve maturare una definizione interna di rischi operativi, classificandoli in base ai vari fattori di rischio che possono presentarsi in ogni business line

Working paper 09/2001, Comitato di Basilea



# Fattori di rischio operativo

## Processi interni

- Model risk
- Transaction risk
- Security risk
- Settlement error

## Sistemi interni

- Inadeguati sistemi informativi e tecnologici
- Inefficienze e malfunzionamento di hardware e software

## Fattori umani

- mancanza di esperienza e di professionalità del personale
- frodi, collusioni, attività criminali violazione di leggi ...

## Eventi esogeni

- Eventi naturali al di fuori del controllo aziendale





# Business line

Corporate  
finance

Negoziazione  
e vendite

Retail  
banking

Commercial  
banking

Pagamenti e  
regolamenti

Gestioni  
fiduciarie

Asset  
management

Negoziazione  
al dettaglio



1. Il rischio operativo a livello attuariale
- 2. Il Loss Distribution Approach (LDA)**
3. Indicatori di rischio: VAR (*Value at risk*) & CAR (*Capital at risk*)
4. Applicazioni: modellizzazione della perdita e simulazione monte carlo
5. Vantaggi e limiti del Loss Distribution Approach



# Definizione

Il Loss Distribution Approach permette di stimare per tutte le *business line* e i tipi di *rischio* la distribuzione di probabilità della severity (impatto del singolo evento) e la frequenza dell'evento usando dati interni

Con queste due distribuzioni è possibile computare la distribuzione di probabilità aggregata delle perdite operative. Nella nostra analisi non avendo a disposizione dati reali su perdite operative e sulla loro frequenza le abbiamo generate simulandole casualmente





# Loss Distribution Approach

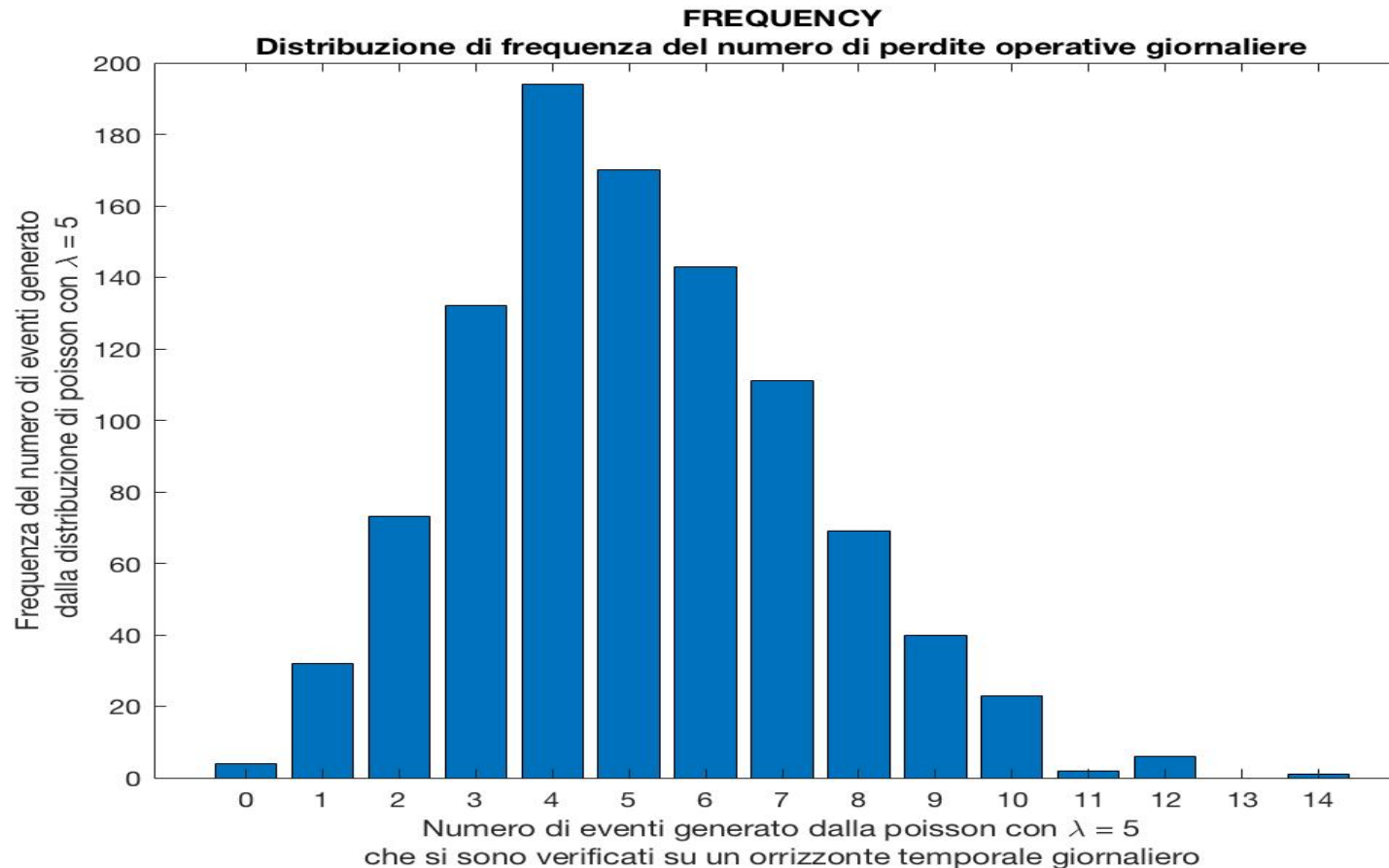
$$L = \sum_{i=1}^k X_i$$

*dove  $k \sim \text{Poisson}(\lambda)$  e  $X_i \sim \text{Logn}(\mu, \sigma^2)$  ( $i=1, \dots, N$ )*



# Costruzione della distribuzione di *frequency*

- Definita come la distribuzione di probabilità del numero di perdite operative nell'arco di un anno





La **distribuzione di Poisson** è utile per la stima della frequency in quanto:

- si possono aggregare più distribuzioni di Poisson legate ciascuna ad un determinato *event type* all'interno di una determinata business line (sfruttando l'ipotesi di indipendenza degli eventi nei diversi sottoperiodi temporali) **PROPRIETA' ADDITIVA**;

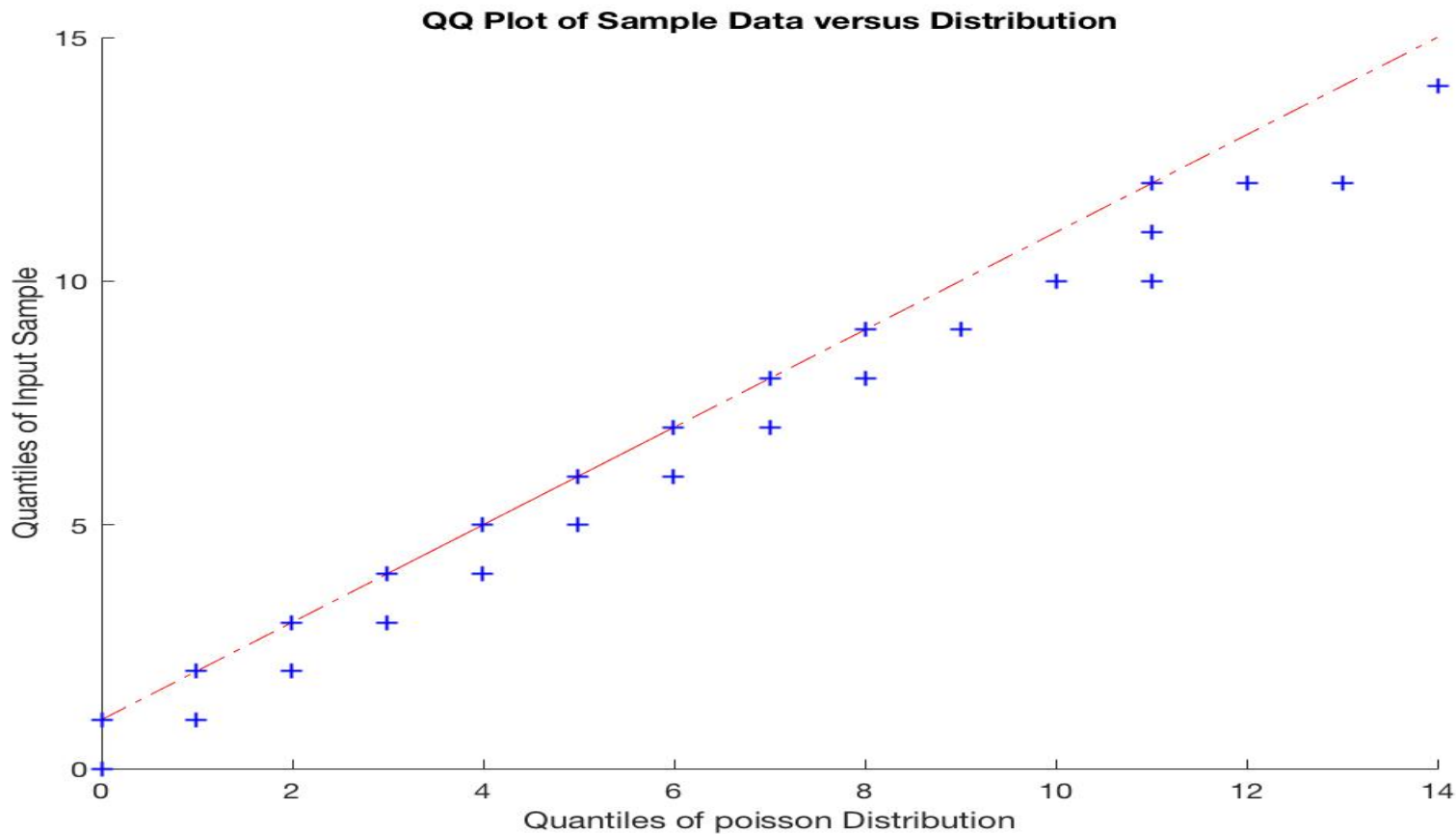
$$p(x) = \frac{\lambda^x}{x!} e^{-\lambda} \text{ con } 0 < \lambda < \infty \text{ dove } X \sim P(\lambda)$$

$$F(x) = \sum_{k=0}^x \frac{\lambda^k \cdot e^{-\lambda}}{k!}$$

- è semplice da implementare, basta conoscere il numero medio di volte che l'evento si verifica in un arco di tempo (***lambda***) per definire l'intera distribuzione;



- Costruzione di un QQplot utile per verificare se la distribuzione teorica utilizzata, in questo caso una poissoniana, approssima correttamente i valori di  $k$





# Costruzione della distribuzione di *severity*

- Essa rappresenta la densità di probabilità dell'impatto monetario derivante da un singolo evento operativo;
- Per rappresentare la distribuzione del fenomeno osservato abbiamo utilizzato una distribuzione continua definendo quindi le severity delle perdite operative effettuando estrazioni casuali da una distribuzione **log-normale**

$$f(x) = \frac{e^{\frac{-(\log(x) - \mu)^2}{2\sigma^2}}}{\sqrt{2\pi\sigma^2 x}}$$



1. Il rischio operativo a livello attuariale
2. Il Loss Distribution Approach (LDA)
3. **Indicatori di rischio: VAR (*Value at risk*) & CAR (*Capital at risk*)**
4. Applicazioni: modellizzazione della perdita e simulazione monte carlo
5. Vantaggi e limiti del Loss Distribution Approach



# Value at Risk

Misura di rischio che sintetizza il rischio di perdite operative e cioè l'incertezza della variabile casuale  $L$ ;

Il VAR si definisce come la massima perdita in un certo intervallo di tempo  $[t, T]$  con un dato livello di confidenza  $(1-\alpha)$ .





# Capital at Risk

- Capitale necessario a coprire una perdita potenziale entro un determinato livello di confidenza ed entro un determinato orizzonte di tempo.
- Il Capitale economico permette di allocare alle diverse linee di business della banca la giusta quantità di capitale per valutarne poi la redditività.
- Il capitale economico è pari alla perdita inattesa e cioè alla differenza tra la perdita corrispondente ad un determinato livello di confidenza scelto dalla banca e alla perdita attesa.



# Modellizzazione della perdita e simulazione **Monte Carlo**

1. Definizione delle distribuzioni di severity e frequency ;
2. Generazione di un numero sufficiente di scenari di frequency e severity:
  - si genera un certo numero casuale  $n$  estraendolo dalla distribuzione di frequency;
  - si generano  $k$  variabili  $x_i$  campionate dalla distribuzione di severity;
3. Si sommano le  $k$  variabili  $x_i$  individuate e si trova  $L$  (perdita operativa);
4. Si ripete il processo per un numero sufficientemente grande di scenari e si studia la distribuzione delle perdite operative così ottenuta;
5. Dalla distribuzione cumulativa empirica di  $L$  si individua il VaR come percentile al livello desiderato



# Ipotesi formulate

Per costruire la distribuzione aggregata è necessario partire dalle assunzioni che:

- tutti gli eventi siano reciprocamente indipendenti;
- il costo di ogni “incidente” sia identicamente distribuito;
- la distribuzione di frequency e quella di severity siano indipendenti.



# Aggregazione delle classi di rischio e VaR aggregato

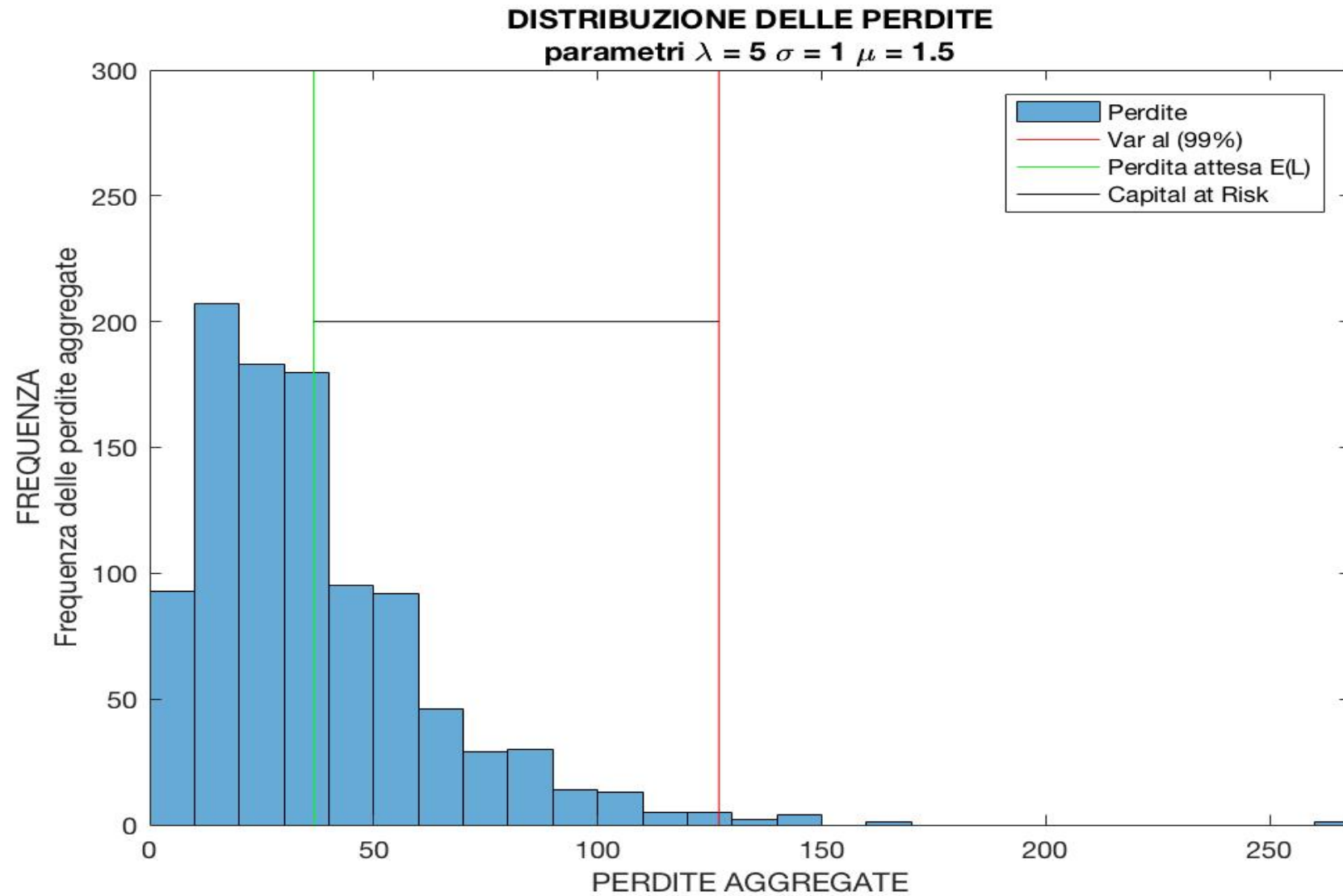
- Il calcolo del requisito patrimoniale complessivo a fronte del rischio operativo può essere effettuato sommando i requisiti di capitale determinati per ciascuna Business Line e tipologia di evento.
- Oppure si può tener conto delle correlazioni tra i vari rischi operativi e le diverse linee di business, con modelli di stima delle correlazioni.



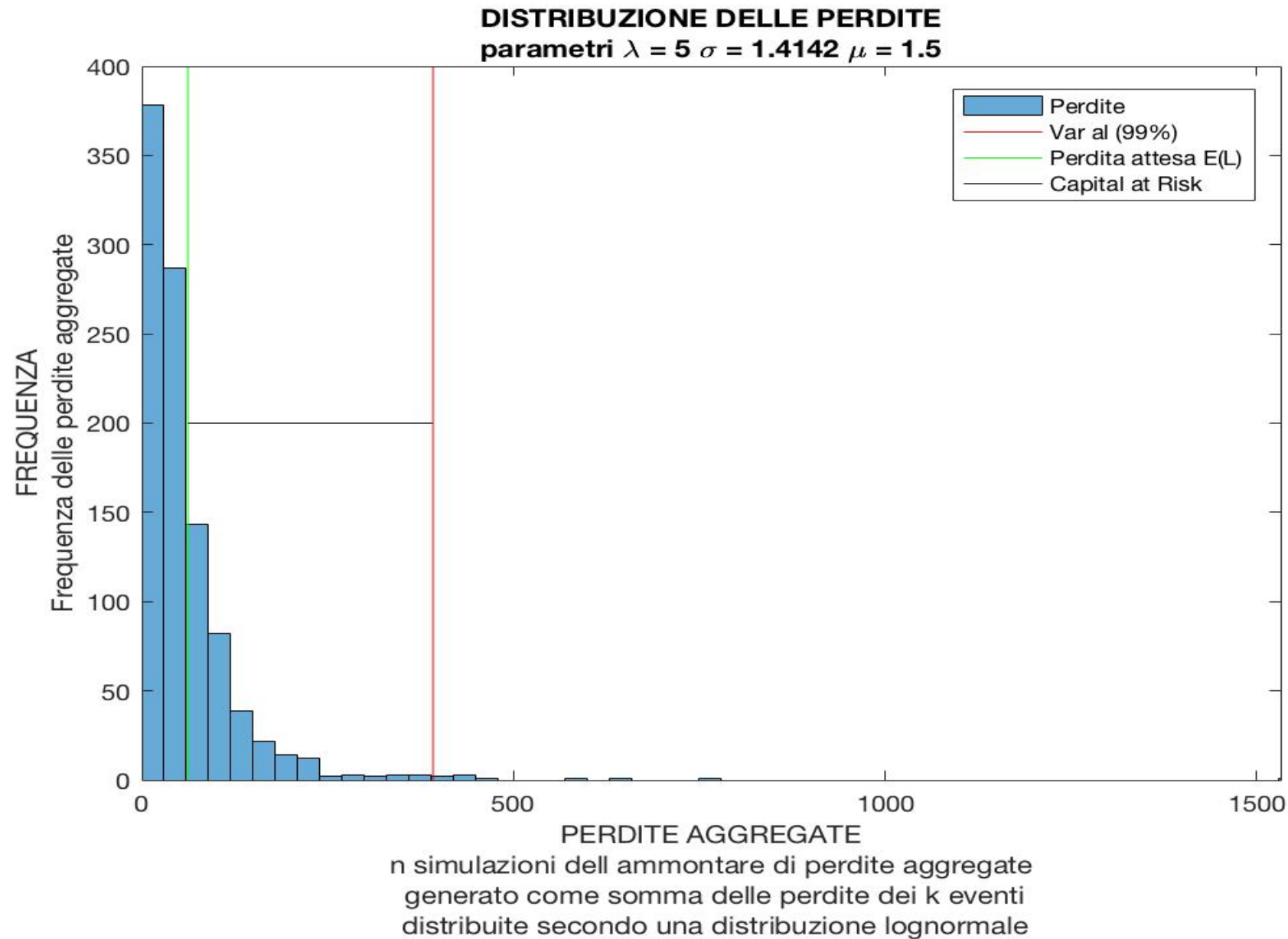
# Capital At Risk aggregato

Schema per il calcolo del CaR aggregato:

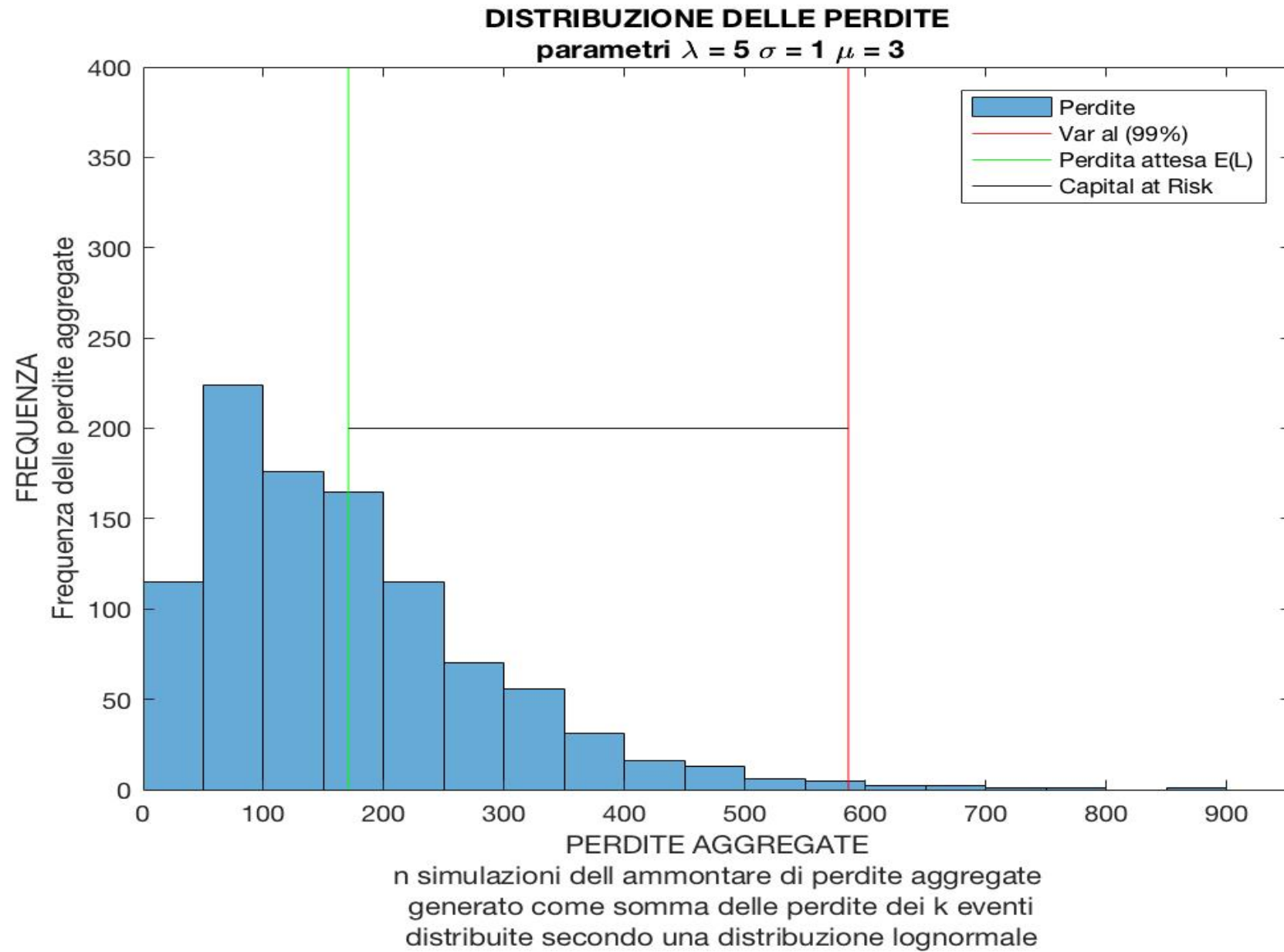
1. Computazione del CaR per ciascuna Business Line e per ciascun event type;
2. Computazione del Car totale, tenendo in considerazione di eventuali effetti mitigatori della diversificazione di capitale;
3. Allocazione di componenti di CaR aggregato a ciascun event type;
4. Allocazione di componenti di ciascuna quantità di capitale definita al punto 3 a ciascuna unità di business, considerando eventuali effetti mitigatori.



n simulazioni dell'ammontare di perdite aggregate  
generato come somma delle perdite dei k eventi  
distribuite secondo una distribuzione lognormale









1. Il rischio operativo a livello attuariale
2. Il Loss Distribution Approach (LDA)
3. Applicazioni: modellizzazione della perdita e simulazione monte carlo
4. Indicatori di rischio: VAR (*Value at risk*) & CAR (*Capital at risk*)
5. **Vantaggi e limiti del Loss Distribution Approach**



# Vantaggi

- I risultati si basano sulle caratteristiche specifiche di ogni singola istituzione, invece di basarsi su una *proxy* o su una media di settore;
- I risultati si basano su principi matematici simili a quelli utilizzati per la stima del requisito patrimoniale per il rischio di mercato e per il rischio di credito;
- La separazione tra frequency e severity favorisce la precisione nella stima e la comprensione del processo di generazione del rischio;
- L'utilizzo di distribuzioni statistiche ben conosciute può aiutare il processo di calibrazione



# Limiti

- E' un modello ad alta intensità di dati. Per applicare questo metodo in modo coerente in tutta l'organizzazione, è necessaria una serie di dati completa riguardante gli eventi di perdita.
- E' necessario un vasto campione statistico strutturato e qualitativamente adeguato
- L'assunzione di indipendenza tra la distribuzione di frequency e quella di severity costituisce un grosso limite.



Grazie per l'attenzione!



# Fonti

*Loss Distribution Approach for operational risk, A. Frachot, P. Georges & T. Roncalli, Groupe de Recherche Operationnelle, Credit Lyonnais, France*

*[Wiley Series in Probability and Statistics] Klugman, S.A. and Panjer, H.H. and Wilmot, G.E. – Loss Models\_From Data to Decisions, 2012*

*Presentazione PPT del Professor Michele Bonollo dell'Università degli Studi di Padova sul tema: Rischi Operativi e Basilea 2. Modelli, metodi e problematiche applicative.*

*Presentazione PPT della Professoressa Simona Cosma dell'Università del Salento sul tema: Il calcolo del VAR operativo mediante la metodologia stocastica parametrica.*

*Lezione n. 5. - 28/3/03. Università degli Studi di Roma Tre, sezione di Matematica. Dipartimento di Matematica e Fisica.*

*Tesi di Laurea Magistrale del Dott. Giacomo Fasiolo Tozzo. Corso di Laurea: Economia e Finanza presso l'Università Ca' Foscari di Venezia. Relatore: prof. Andrea Giacomelli. Anno accademico 2014 – 2015. Titolo della tesi: I Rischi Operativi.*

*Presentazione PPT della Prof.ssa Damiana Costanzo dell'Università degli Studi della Calabria.*

*Presentazione PPT del Docente: Dott. L. Corain insegnante del Corso di laurea in Ingegneria Civile, Università degli Studi di Padova. Modelli Probabilistici.*