

Business Intelligence per i Servizi Finanziari
Relazione di Progetto in Python

Andrea Aivaliotis
Matricola: 903571
Università degli Studi di Milano Bicocca

Anno accademico 2024/2025

Contents

1 Sommario dei Dati Utilizzati	3
1.1 Descrizione dei Titoli Selezionati e Motivazioni	3
1.2 Acquisizione dei Dati	4
1.3 Fusione delle Serie e Calcolo dei Rendimenti	5
1.4 Presentazione dei Dati Iniziali	5
1.4.1 Statistiche Descrittive dei Prezzi	5
1.4.2 Performance Complessiva dei Titoli (Rendimento Totale)	6
1.4.3 Visualizzazione Grafica delle Serie Storiche dei Prezzi . .	6
2 Statistiche Descrittive	8
2.1 Rendimento Cumulato e Composto Annuo (CAGR)	8
2.2 Visualizzazione dei Rendimenti Semplici e Logaritmici Giornalieri	10
2.3 Commenti sulle Serie Storiche e Identificazione di Eventi Estremi	13
2.4 Grafici Diagnostici della Distribuzione dei Rendimenti	16
2.5 Test di Normalità	33
3 Analisi di Previsione	36
3.1 Modelli ARIMA e Risultati per Ciascun Titolo	36
3.1.1 ExxonMobil (XOM)	36
3.1.2 Chevron (CVX)	38
3.1.3 Coca-Cola (KO)	40
3.1.4 PepsiCo (PEP)	42
3.1.5 Pfizer (PFE)	44
3.1.6 Johnson & Johnson (JNJ)	46
3.2 Riepilogo e Commento delle Performance	48
4 Strategia Difensiva Multi-Indicatore per Coca-Cola (KO)	51
4.1 Logica della Strategia e Implementazione	51
4.1.1 Filosofia Difensiva	51
4.1.2 Indicatori Utilizzati	51
4.1.3 Logica dei Segnali	52
4.2 Visualizzazione e Analisi dei Risultati	52
4.2.1 Osservazioni dai Grafici	53
4.3 Metriche di Performance e Analisi Critica	53

4.3.1	Risultati Quantitativi	53
4.3.2	Analisi Critica	54
4.3.3	Contesto Storico 2014-2024	54
4.4	Conclusioni e Raccomandazioni	54
4.4.1	Valutazione della Strategia	54
4.4.2	Possibili Miglioramenti	55
5	Analisi CAPM e Fama-French	56
5.1	Capital Asset Pricing Model (CAPM)	56
5.1.1	CAPM Results	57
5.2	Fama-French 3-Factor Model	58
5.2.1	Fama-French 3-Factor Results	59
5.2.2	Classificazione dello Stile di Investimento	60
6	Strategie di Trading e Backtesting - Strategie Dinamiche	61
6.1	Analisi Completa delle Strategie di Portafoglio (Dati Reali 2014-2024)	61
6.1.1	6.a - Performance Comparative	62
6.1.2	6.b - Confronto con la Strategia "Buy & Hold"	63
6.1.3	6.c - Parametri e Suggerimenti per Ottimizzazione	64
6.2	Metriche di Performance Dettagliate	65
6.3	Insights dal Periodo 2014-2024	66
6.4	Raccomandazioni Strategiche	66
6.5	Considerazioni Future e Aree di Miglioramento	67
6.6	Conclusioni Esecutive	68
7	Conclusioni	69
7.0.1	Sintesi dei Principali Risultati:	69

Chapter 1

Sommario dei Dati Utilizzati

Questo capitolo descrive in dettaglio il processo di selezione dei titoli azionari e l'acquisizione dei dati, fondamentale per le analisi successive. Vengono illustrate le motivazioni alla base della scelta dei titoli, le modalità di raccolta dei dati e le prime operazioni di pre-elaborazione.

1.1 Descrizione dei Titoli Selezionati e Motivazioni

Per l'analisi sono stati selezionati sei titoli azionari quotati sul mercato americano, rappresentativi di settori chiave dell'economia, al fine di catturare diverse dinamiche di mercato e profili di rischio. La scelta è stata guidata da un'analisi preliminare di notizie finanziarie e dalla volontà di includere aziende con una solida capitalizzazione di mercato e un'ampia visibilità. I titoli scelti sono:

- **XOM (Exxon Mobil Corporation):** Gigante del settore energetico (petrolio e gas). La sua inclusione mira a monitorare l'andamento di un settore ciclico, fortemente influenzato dalle dinamiche dei prezzi delle materie prime e dalle politiche energetiche globali. La recente volatilità sui mercati energetici rende interessante l'analisi della sua performance.
- **CVX (Chevron Corporation):** Altra major del settore energetico, complementare a Exxon Mobil. La sua presenza nel portafoglio permette di avere una visione più ampia e robusta sull'industria petrolifera, confrontando le performance di due dei principali attori globali.
- **KO (The Coca-Cola Company):** Leader globale nel settore delle bevande (beni di consumo difensivi). La scelta di Coca-Cola è motivata dalla sua natura di titolo "difensivo", tendenzialmente meno volatile in periodi di incertezza economica, grazie alla domanda costante per i suoi prodotti.

- **PEP (PepsiCo, Inc.):** Competitor diretto di Coca-Cola nel settore delle bevande e anche con una forte presenza nel settore degli snack (beni di consumo difensivi). L'inclusione di PepsiCo permette un confronto interessante all'interno del settore dei beni di consumo, evidenziando le differenze di performance tra due giganti simili ma con portafogli prodotti leggermente diversificati.
- **PFE (Pfizer Inc.):** Una delle maggiori aziende farmaceutiche mondiali (settore sanitario). Pfizer rappresenta il settore sanitario, caratterizzato da innovazione costante, cicli di ricerca e sviluppo lunghi e una domanda relativamente stabile. La sua importanza è stata amplificata dagli eventi recenti a livello globale, rendendola un caso di studio rilevante.
- **JNJ (Johnson & Johnson):** Conglomerata del settore sanitario (prodotti farmaceutici, dispositivi medici e beni di consumo per la salute). L'inclusione di Johnson & Johnson offre un'ulteriore prospettiva sul settore sanitario, coprendo un'ampia gamma di prodotti e servizi e fornisce un'ulteriore esposizione a un settore considerato spesso difensivo.

La diversificazione settoriale e la solidità delle aziende selezionate mirano a fornire un dataset robusto per le successive analisi di rischio e rendimento.

1.2 Acquisizione dei Dati

I dati storici dei prezzi di chiusura aggiustati per i sei titoli selezionati sono stati acquisiti utilizzando la libreria `yfinance` di Python, che consente di scaricare facilmente i dati finanziari da Yahoo Finance. Il processo di acquisizione ha seguito i seguenti passaggi:

- **Selezione Ticker e Periodo:** Sono stati definiti i ticker dei sei titoli e il periodo di analisi richiesto dal progetto.

```
tickers = ['XOM', 'CVX', 'KO', 'PEP', 'PFE', 'JNJ']
start_date = '2014-05-31'
end_date   = '2024-05-31'
```

- **Download Dati:** Per ciascun ticker, i dati storici dei prezzi di chiusura aggiustati (`Close` con `auto_adjust=True`) sono stati scaricati utilizzando la funzione `yd.download()`. L'opzione `auto_adjust=True` assicura che i prezzi siano già corretti per split azionari e dividendi, rendendoli direttamente utilizzabili per l'analisi dei rendimenti.
- **Concatenazione e Pulizia:** I singoli `DataFrame` dei prezzi sono stati concatenati in un unico `DataFrame` principale, denominato `prices` e le eventuali righe contenenti valori mancanti (`NaN`) sono state rimosse per garantire la coerenza dei dati.

```

# Download prezzi adjusted (Close auto-adjusted da yfinance)
df_list = []
for ticker in tickers:
    data = yf.download(ticker, start=start_date, end=end_date,
                       progress=False, auto_adjust=True)[['Close']]
    data.rename(columns={'Close': ticker}, inplace=True)
    df_list.append(data)

# Concatenazione in unico DataFrame
prices = pd.concat(df_list, axis=1)
prices.dropna(inplace=True)

```

Il periodo di analisi copre un arco temporale di dieci anni, dal **31 maggio 2014 al 31 maggio 2024**, come specificato dalle linee guida del progetto. I dati sono stati scaricati con una frequenza giornaliera.

- **Periodo Dati:** 31.5.2014 - 31.5.2024
- **Forma del Dataset:** Il dataset iniziale dei prezzi presenta una forma di (2517, 6), indicando 2517 osservazioni giornaliere per ciascuno dei 6 titoli.

1.3 Fusione delle Serie e Calcolo dei Rendimenti

Una volta acquisiti i dati di prezzo per ciascun titolo, le singole serie storiche sono state fuse in un unico **DataFrame**, indicizzato per data. Successivamente, sono stati calcolati i rendimenti giornalieri per ciascun titolo. In particolare, sono stati calcolati sia i **rendimenti semplici** che i **rendimenti logaritmici**.

1.4 Presentazione dei Dati Iniziali

Questa sezione fornisce una panoramica dei dati iniziali, includendo le statistiche descrittive dei prezzi e una prima analisi delle performance complessive dei titoli selezionati. La discussione dettagliata delle visualizzazioni e dei rendimenti sarà approfondita nel Capitolo 2.

1.4.1 Statistiche Descrittive dei Prezzi

Le seguenti tabelle riassumono le principali statistiche descrittive per le serie storiche dei prezzi e i primi 5 prezzi di chiusura di ciascun titolo per l'intero periodo di studio (31.5.2014 - 31.5.2024). Questi dati offrono una prima comprensione delle caratteristiche fondamentali di prezzo di ogni asset.

Table 1.1: Statistiche Descrittive dei Prezzi di Chiusura Aggiustati (2014-2024)

Statistica	XOM	CVX	KO	PEP	PFE	JNJ
count	2517.00	2517.00	2517.00	2517.00	2517.00	2517.00
mean	62.98	94.28	42.04	111.60	28.16	117.93
std	20.19	30.65	10.03	34.23	7.34	28.59
min	24.58	42.92	27.70	63.04	16.96	69.22
25%	53.09	72.08	33.10	81.85	22.34	93.42
50%	57.17	85.48	39.63	105.93	26.73	115.19
75%	63.58	99.77	50.48	145.35	31.57	146.66
max	117.13	169.27	61.30	182.35	51.62	168.80

Table 1.2: Primi 5 Prezzi di Chiusura Aggiustati del DataFrame Acquisito

Date	XOM	CVX	KO	PEP	PFE	JNJ
2014-06-02	62.592434	76.557625	28.677273	63.058632	18.029224	75.256126
2014-06-03	62.874260	76.770622	28.691315	63.309788	17.956404	75.469734
2014-06-04	62.655060	76.645332	28.628151	63.212181	17.986744	75.631798
2014-06-05	62.974468	77.378265	28.698332	63.450752	18.059568	76.029541
2014-06-06	63.632084	77.797974	28.768520	63.559246	17.853233	76.000061

1.4.2 Performance Complessiva dei Titoli (Rendimento Totale)

Di seguito viene riportato il rendimento totale (cumulato) di ciascun titolo azionario per l'intero periodo di analisi (31 maggio 2014 - 31 maggio 2024).

- **XOM:** 75.98%
- **CVX:** 97.74%
- **KO:** 108.34%
- **PEP:** 158.81%
- **PFE:** 46.61%
- **JNJ:** 86.96%

Da questa analisi preliminare, emerge che il **Migliore performer** nel periodo considerato è stato **PEP** (PepsiCo) con un rendimento totale del 158.81%, mentre il **Peggior performer** è stato **PFE** (Pfizer) con il 46.61%.

1.4.3 Visualizzazione Grafica delle Serie Storiche dei Prezzi

Verranno presentati grafici delle serie storiche dei prezzi di chiusura aggiustati per ciascuno dei sei titoli. Questi grafici permetteranno di osservare l'andamento dei prezzi nel tempo, identificare trend, ciclicità e periodi di particolare volatilità.

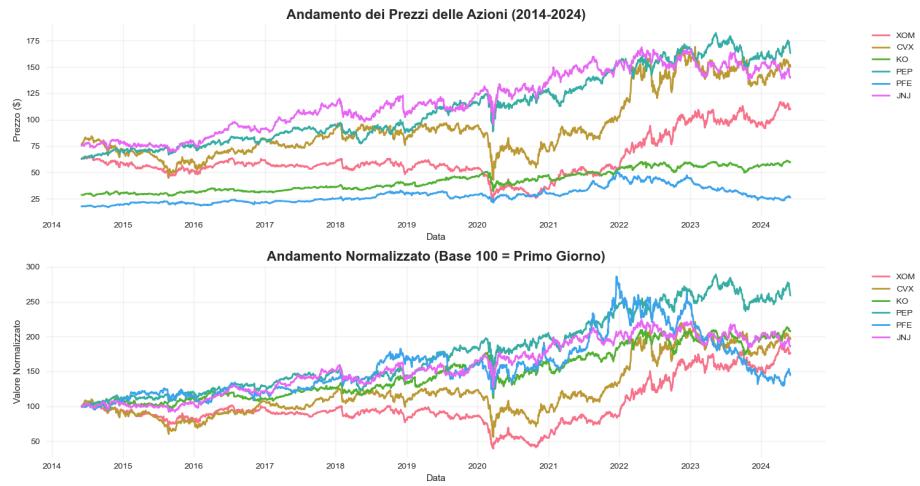


Figure 1.1: Serie Storiche dei Prezzi di Chiusura Aggiustati (2014-2024) per XOM, CVX, KO, PEP, PFE, JNJ.

La discussione dettagliata di queste visualizzazioni e dei rendimenti sarà approfondita nel Capitolo 2.

Chapter 2

Statistiche Descrittive

Questo capitolo presenta un'analisi dettagliata delle statistiche descrittive dei rendimenti dei titoli selezionati. Verranno esaminati il rendimento cumulato e il tasso di crescita annuale composto (CAGR), le visualizzazioni delle serie storiche dei rendimenti giornalieri, le caratteristiche delle loro distribuzioni e i risultati dei test statistici per la normalità e l'autocorrelazione. L'obiettivo è comprendere le proprietà statistiche fondamentali dei dati e identificare eventuali anomalie o pattern rilevanti.

2.1 Rendimento Cumulato e Composto Annuo (CAGR)

Il rendimento cumulato offre una misura della performance totale di un investimento su un periodo specificato, ignorando la volatilità intermedia. Il Compound Annual Growth Rate (CAGR, o Tasso di Crescita Annuo Composto), invece, fornisce il tasso di crescita annuale medio su un periodo pluriennale, assumendo che i profitti siano reinvestiti. Questa metrica è utile per confrontare la performance di diversi investimenti su periodi di tempo simili.

I calcoli sono stati eseguiti come segue:

- **Rendimento Cumulato:**

```
cum_return = (prices_simple.iloc[-1] /  
               prices_simple.iloc[0] - 1)
```

- **CAGR:** Il numero di anni (`n_years`) è stato calcolato dividendo la differenza in giorni tra la data finale e iniziale per 365.25 (per tenere conto degli anni bisestili).

```
n_years = (prices_simple.index[-1] -  
           prices_simple.index[0]).days / 365.25  
cagr = (prices_simple.iloc[-1] /  
        prices_simple.iloc[0]) ** (1/n_years) - 1
```

I rendimenti cumulati e i CAGR per ciascun titolo nel periodo dal 31 maggio 2014 al 31 maggio 2024 sono riassunti nella tabella seguente:

Table 2.1: Rendimento Cumulato e CAGR dei Titoli (2014-2024)

Ticker	Rendimento Cumulato (%)	CAGR (%)
XOM	75.98%	5.82%
CVX	97.74%	7.06%
KO	108.34%	7.62%
PEP	158.81%	9.98%
PFE	46.61%	3.90%
JNJ	86.96%	6.46%

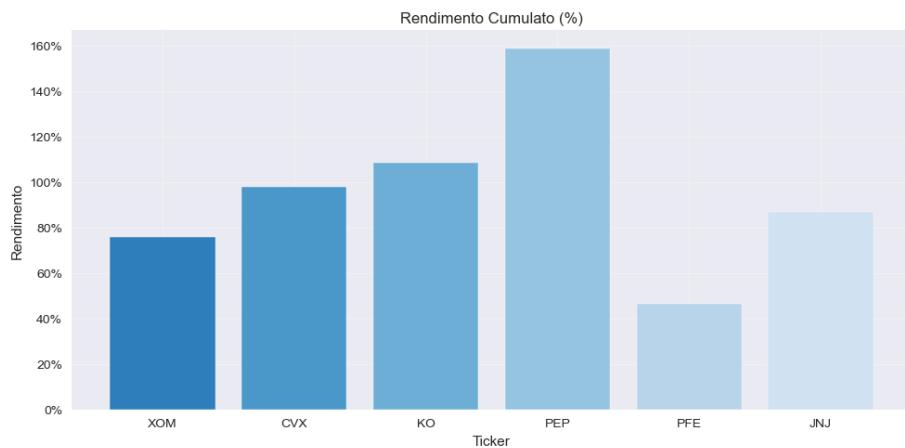


Figure 2.1: Andamento del Rendimento Cumulato dei Titoli (2014-2024).

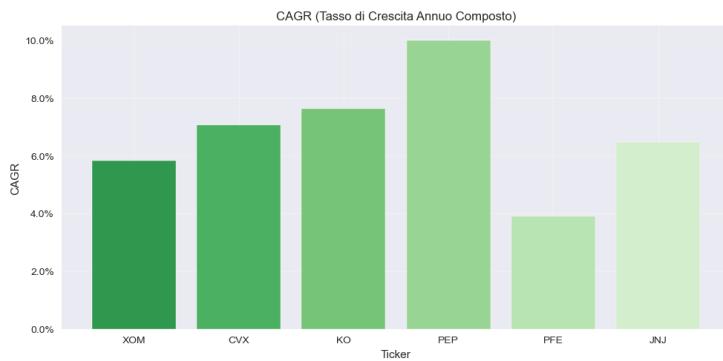


Figure 2.2: Rendimento Annuo Composto (CAGR) per i Titoli (2014-2024).

Osservazioni Preliminari:

Dall'analisi del rendimento cumulato e del CAGR (presentati in Tabella 2.1 e visualizzati in Figura 2.1 e Figura 2.2), emerge un quadro interessante delle performance dei titoli nel decennio 2014-2024:

- **Migliore Performance:** **PepsiCo (PEP)** si conferma il migliore performer sia in termini di rendimento cumulato (158.81%) che di CAGR (9.98%). Questo suggerisce una crescita costante e robusta per l'azienda nel periodo considerato, confermando il suo ruolo di "difensivo" con capacità di generare valore nel lungo termine. La Figura 2.1 evidenzia chiaramente la traiettoria di crescita superiore di PEP.
- **Peggior Performance:** **Pfizer (PFE)** registra la performance più debole con un rendimento cumulato del 46.61% e un CAGR del 3.90%. La Figura 2.1 mostra una crescita più contenuta per PFE, con periodi di stagnazione o calo. Questo potrebbe essere attribuito a diversi fattori, come la scadenza di brevetti, la concorrenza nel settore farmaceutico o periodi di ricerca e sviluppo meno proficui rispetto ai competitor.
- **Confronto tra Settori:** I titoli del settore energetico (XOM, CVX) mostrano performance intermedie. CVX (97.74% cumulato, 7.06% CAGR) ha superato XOM (75.98% cumulato, 5.82% CAGR), indicando possibili differenze nelle strategie di gestione o nell'esposizione a specifici segmenti del mercato energetico. Il loro rendimento è significativamente influenzato dalla volatilità dei prezzi del petrolio e del gas nel decennio. I titoli difensivi come KO e PEP tendono a mostrare una crescita più stabile.
- **Settore Sanitario (JNJ): Johnson & Johnson (JNJ)** presenta un rendimento cumulato dell'86.96% e un CAGR del 6.46%, posizionandosi sopra PFE ma sotto i principali titoli di beni di consumo. La sua natura di conglomerato diversificato nel settore sanitario potrebbe averle conferito una maggiore resilienza rispetto a un'azienda farmaceutica più pura come Pfizer.

La Figura 2.2 fornisce una comparazione immediata dei tassi di crescita annualizzati, rendendo visivamente chiaro il divario di performance tra i vari titoli, con PEP nettamente in testa e PFE in coda.

2.2 Visualizzazione dei Rendimenti Semplici e Logaritmici Giornalieri

Per comprendere meglio la dinamica dei prezzi e la loro volatilità, è stata condotta un'analisi visuale delle serie storiche dei rendimenti giornalieri, sia semplici che logaritmici. Questi grafici permettono di identificare pattern, picchi di volatilità e la presenza di cluster di volatilità, dove periodi di alta volatilità tendono a essere seguiti da altri periodi di alta volatilità, e viceversa.

Un aspetto fondamentale nell'analisi dei rendimenti è la comprensione delle differenze tra rendimenti semplici e logaritmici. Sebbene per piccole variazioni i due tipi di rendimento siano molto simili, le discrepanze possono diventare più significative in presenza di grandi variazioni di prezzo. Il seguente grafico illustra le differenze assolute tra i rendimenti semplici e logaritmici per tutti i titoli analizzati.

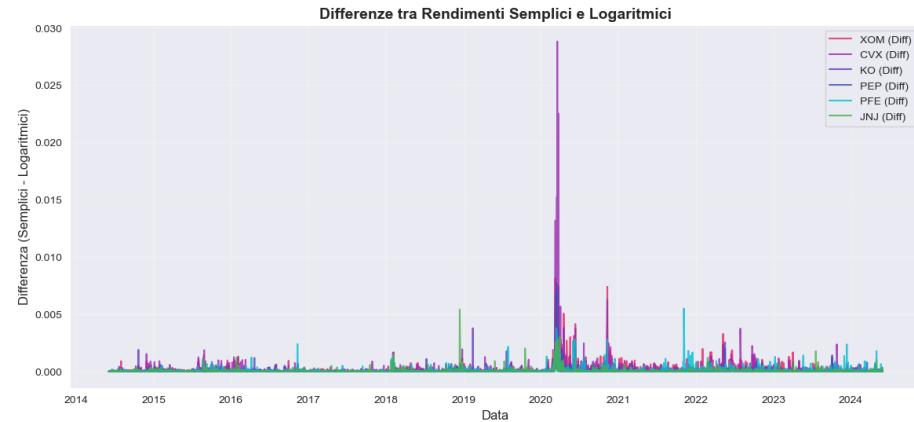


Figure 2.3: Differenze tra Rendimenti Semplici e Logaritmici Giornalieri per tutti i Titoli.

Per un'analisi più dettagliata, esaminiamo il confronto tra rendimenti semplici e logaritmici per ciascun titolo individualmente. Questo permette di osservare come le differenze si manifestano a livello micro, evidenziando i momenti di maggiore discrepanza.

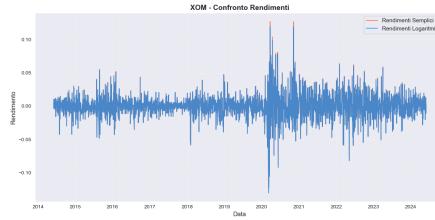


Figure 2.4: Confronto Rendimenti Semplici vs Logaritmici: XOM.

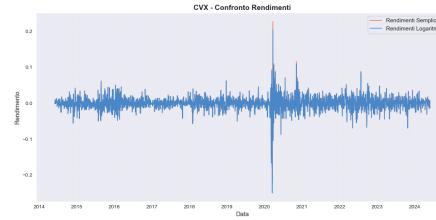


Figure 2.5: Confronto Rendimenti Semplici vs Logaritmici: CVX.

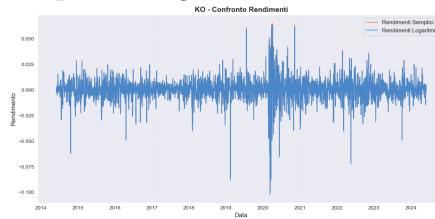


Figure 2.6: Confronto Rendimenti Semplici vs Logaritmici: KO.

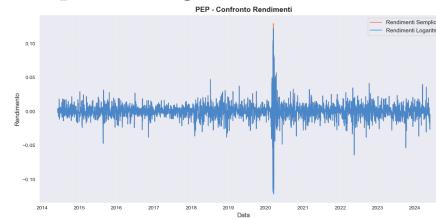


Figure 2.7: Confronto Rendimenti Semplici vs Logaritmici: PEP.

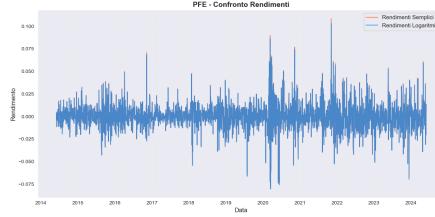


Figure 2.8: Confronto Rendimenti Semplici vs Logaritmici: PFE.

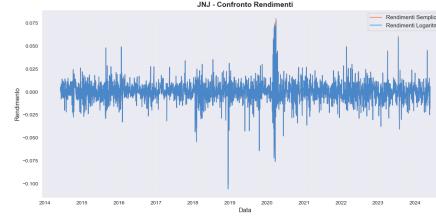


Figure 2.9: Confronto Rendimenti Semplici vs Logaritmici: JNJ.

Osservazioni sui Grafici dei Rendimenti:

Dall'esame delle serie storiche dei rendimenti giornalieri e del grafico delle differenze tra rendimenti semplici e logaritmici (Figura 2.3 e Figure 2.4-2.9), si possono notare diverse caratteristiche comuni e specifiche per ciascun titolo:

- **Differenze Rendimenti Semplici vs Logaritmici:** I grafici evidenziano che le differenze tra rendimenti semplici e logaritmici sono generalmente molto piccole e vicine allo zero, come atteso per rendimenti giornalieri. Tuttavia, si osservano dei picchi in corrispondenza di grandi movimenti di prezzo (sia positivi che negativi), dove la differenza diventa più pronunciata. Questo conferma che l'approssimazione $R_t \approx r_t$ è valida per piccole variazioni, ma per variazioni estreme il rendimento logaritmico è più simmetrico rispetto al rendimento semplice in termini di guadagni e perdite equivalenti.

- **Fluttuazioni Attorno allo Zero:** Tutti i rendimenti fluttuano intorno allo zero, come tipico per i rendimenti giornalieri. Le fluttuazioni indicano l'attività di trading e i cambiamenti di prezzo quotidiani.
- **Clustering di Volatilità:** Si osserva un chiaro fenomeno di "clustering di volatilità". Periodi di rendimenti con ampie oscillazioni (alta volatilità) tendono a raggrupparsi, seguiti da periodi con oscillazioni più contenute (bassa volatilità). Questo è evidente per tutti i titoli, ma in particolare per quelli più sensibili a eventi macroeconomici.
- **Picchi e Outlier:** Sono presenti diversi picchi isolati, che rappresentano rendimenti giornalieri estremamente positivi o negativi. Questi eventi anomali sono spesso correlati a notizie specifiche dell'azienda (es. annunci di utili, approvazione di farmaci, scandali) o a shock di mercato (es. crisi globali, dichiarazioni della banca centrale). Ad esempio, durante la crisi legata al COVID-19 nel marzo 2020, si osservano picchi di volatilità significativi per la maggior parte dei titoli, riflettendo l'incertezza economica globale. Anche eventi specifici come annunci di utili non soddisfacenti o approvazioni/rifiuti di farmaci (per PFE e JNJ) possono generare outlier.
- **Confronto tra Settori:** I titoli del settore energetico (XOM, CVX) mostrano spesso una volatilità correlata e pronunciata in risposta alle fluttuazioni dei prezzi delle commodities e agli eventi geopolitici. I titoli difensivi come KO e PEP tendono a mostrare una volatilità relativamente inferiore, anche se non sono immuni a picchi durante crisi di mercato generalizzate. I titoli farmaceutici (PFE, JNJ) possono mostrare alta volatilità in risposta a notizie su sperimentazioni cliniche, approvazioni regolatorie o problemi legali.

Una discussione più approfondita sugli eventi specifici e gli outlier sarà presentata nella prossima sezione.

2.3 Commenti sulle Serie Storiche e Identificazione di Eventi Estremi

I grafici seguenti illustrano la presenza di outlier nelle serie storiche dei rendimenti, distinti per rendimenti semplici e logaritmici. L'identificazione di questi punti estremi è cruciale per comprendere la natura dei dati e per correlarli a specifici eventi di mercato o aziendali che possono aver causato movimenti di prezzo anomali.



Figure 2.10: Identificazione degli Outlier nei Rendimenti Semplici Giornalieri.



Figure 2.11: Identificazione degli Outlier nei Rendimenti Logaritmici Giornalieri.

Analisi degli Outlier e Eventi Correlati:

La tabella seguente riassume il numero e la percentuale di outlier identificati per ciascun titolo, distinguendo tra rendimenti semplici e logaritmici. Gli outlier

sono definiti come osservazioni che si discostano significativamente dalla maggior parte dei dati, spesso indicando eventi eccezionali.

Table 2.2: Riepilogo Comparativo degli Outlier nei Rendimenti Semplici e Logaritmici

Ticker	Outliers Sempl.	Outliers Log.	Sempl. (%)	Log. (%)	Oss. Sempl.	Oss. Log.
XOM	149	153	5.92	6.08	2516	2516
CVX	154	153	6.12	6.08	2516	2516
KO	136	133	5.41	5.29	2516	2516
PEP	111	112	4.41	4.45	2516	2516
PFE	150	151	5.96	6.00	2516	2516
JNJ	126	124	5.01	4.93	2516	2516

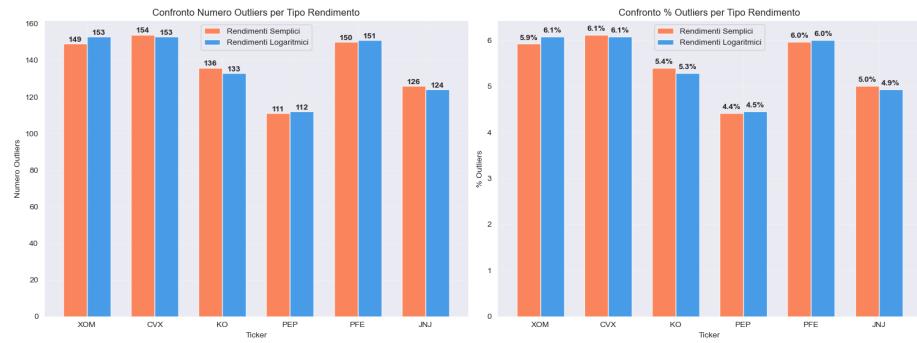


Figure 2.12: Confronto Numerico e Percentuale degli Outlier per Tipo di Rendimento.

Dai grafici 2.10, 2.11, 2.12 e dalla Tabella 2.2, si possono trarre le seguenti osservazioni:

- **Confronto Numero e Percentuale di Outlier:** I grafici a barre in Figura 2.12 confermano visivamente quanto già osservato nella Tabella 2.2. Il numero e la percentuale di outlier per i rendimenti semplici e logaritmici sono molto simili per ciascun titolo. Questo è atteso, data la stretta correlazione tra i due tipi di rendimento per piccole variazioni. Le percentuali di outlier si aggirano intorno al 5-6% per tutti i titoli, indicando una presenza costante di eventi estremi, superiore a quanto atteso da una distribuzione normale.
- **Titoli con più Outlier:** XOM, CVX e PFE mostrano un numero leggermente superiore di outlier rispetto a KO, PEP e JNJ. Questo potrebbe suggerire una maggiore sensibilità dei titoli energetici e farmaceutici a notizie di settore o a shock di mercato, che generano movimenti di prezzo più volatili. In particolare, i settori energetici sono noti per la loro reattività alle fluttuazioni dei prezzi delle commodities e agli eventi geopolitici.

- **Identificazione Eventi Specifici:** L'identificazione degli outlier nei rendimenti (Figure 2.10 e 2.11) rivela la presenza di eventi di mercato significativi. Ad esempio, la marcata impennata di volatilità e la presenza di outlier negativi e positivi estremi si osservano frequentemente intorno a **Marzo 2020**, in coincidenza con l'inizio della pandemia di COVID-19 e il conseguente crollo dei mercati globali, seguito da un rapido recupero. Questo evento ha colpito tutti i settori. Per i titoli energetici come **XOM** e **CVX**, si notano outlier in periodi di forte volatilità dei prezzi del petrolio, come durante il crollo dei prezzi nel 2020 o in risposta a decisioni OPEC e tensioni geopolitiche. Per i titoli farmaceutici **PFE** e **JNJ**, eventi come gli annunci di risultati di sperimentazioni cliniche (positive o negative), l'approvazione o il rifiuto di nuovi farmaci da parte della FDA, o importanti controversie legali possono generare movimenti estremi. Ad esempio, PFE ha avuto periodi di alta volatilità legati agli sviluppi dei vaccini COVID-19. Per i titoli di beni di consumo **KO** e **PEP**, pur essendo più difensivi, non sono immuni a outlier legati a annunci di utili (se deludenti o eccezionalmente buoni), cambiamenti nelle preferenze dei consumatori o questioni normative. La presenza costante di outlier per tutti i titoli suggerisce che i mercati sono soggetti a eventi a "coda", non pienamente catturati da modelli che assumono la normalità.
- **Implicazioni per il Modello:** La presenza di un numero significativo di outlier, superiore a quello atteso in una distribuzione normale, suggerisce che i rendimenti dei titoli non seguono una distribuzione gaussiana. Questo ha importanti implicazioni per la modellizzazione del rischio e per la selezione del portafoglio, indicando la necessità di utilizzare modelli che tengano conto delle "code pesanti".

2.4 Grafici Diagnostici della Distribuzione dei Rendimenti

Per una comprensione approfondita delle caratteristiche statistiche dei rendimenti, sono stati generati e analizzati grafici diagnostici per visualizzare le distribuzioni di ciascun titolo. Questi grafici aiutano a identificare deviazioni dalla normalità, asimmetrie (skewness) e la presenza di code pesanti (kurtosis).

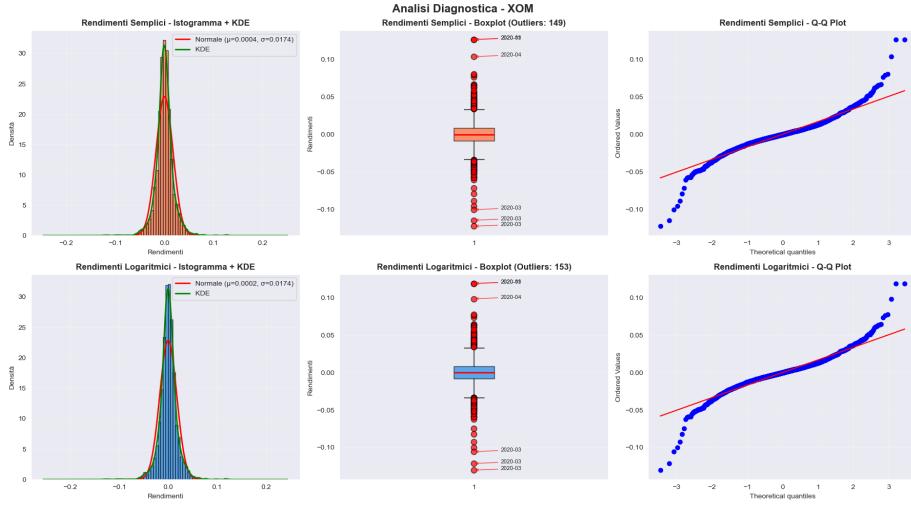


Figure 2.13: Grafici Diagnostici della Distribuzione dei Rendimenti (Istogramma+KDE, Boxplot, Q-Q Plot): XOM.

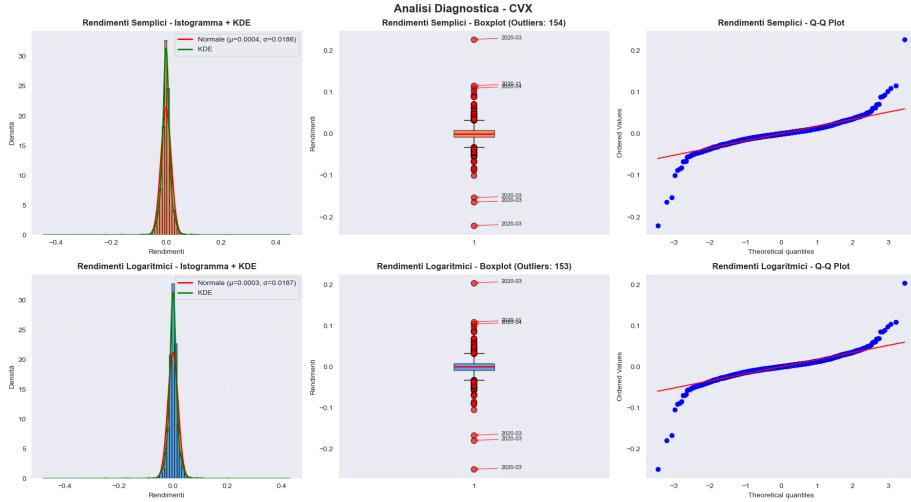


Figure 2.14: Grafici Diagnostici della Distribuzione dei Rendimenti (Istogramma+KDE, Boxplot, Q-Q Plot): CVX.

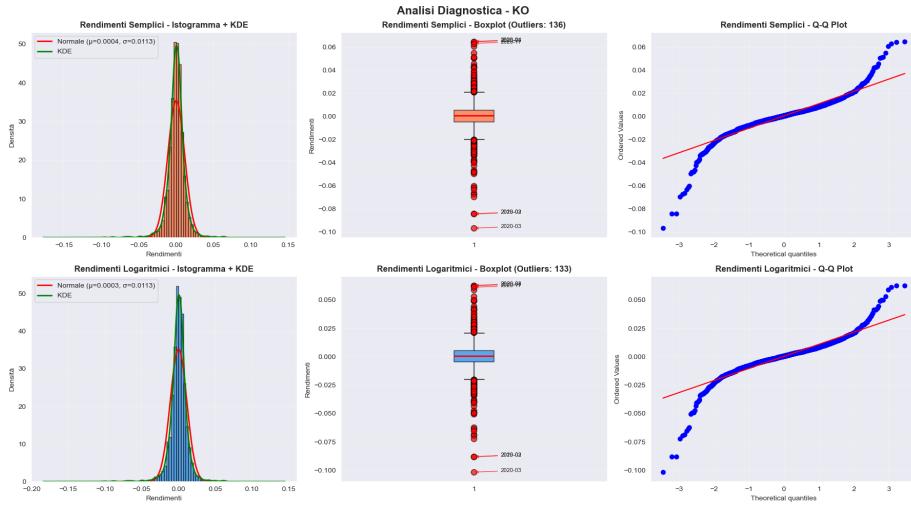


Figure 2.15: Grafici Diagnostici della Distribuzione dei Rendimenti (Istogramma+KDE, Boxplot, Q-Q Plot): KO.

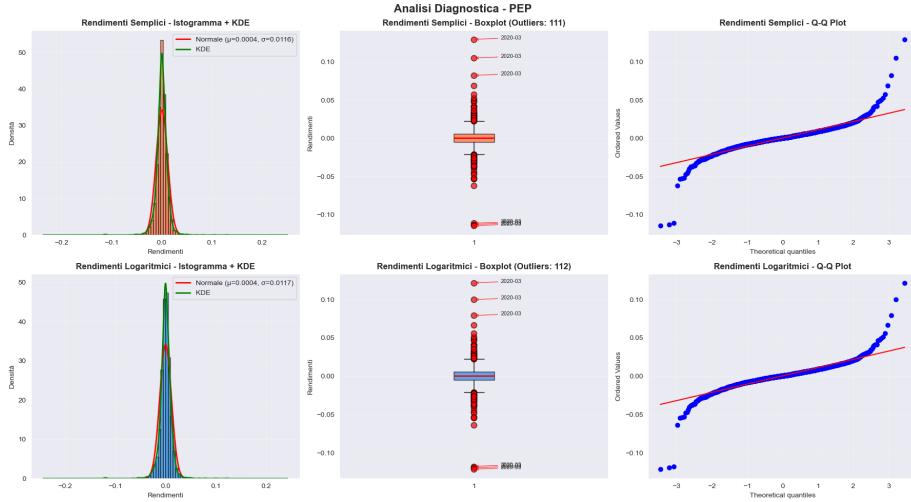


Figure 2.16: Grafici Diagnostici della Distribuzione dei Rendimenti (Istogramma+KDE, Boxplot, Q-Q Plot): PEP.

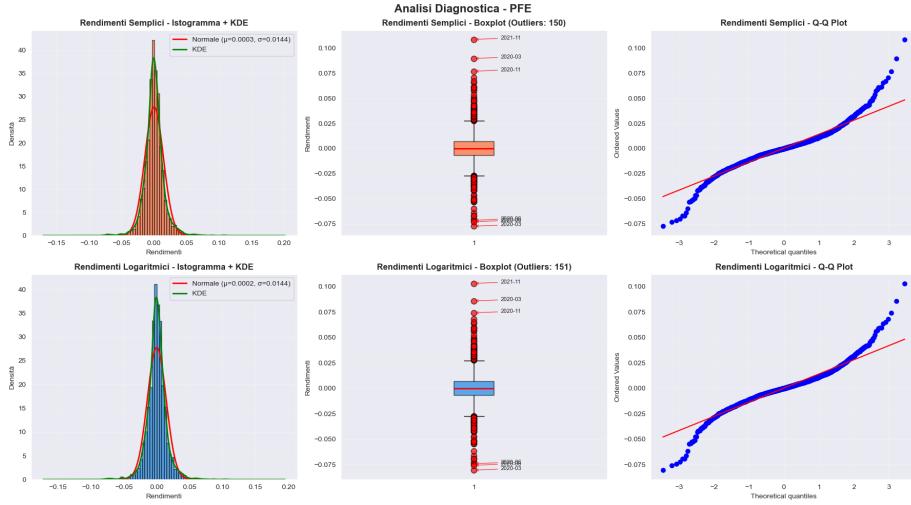


Figure 2.17: Grafici Diagnostici della Distribuzione dei Rendimenti (Istogramma+KDE, Boxplot, Q-Q Plot): PFE.

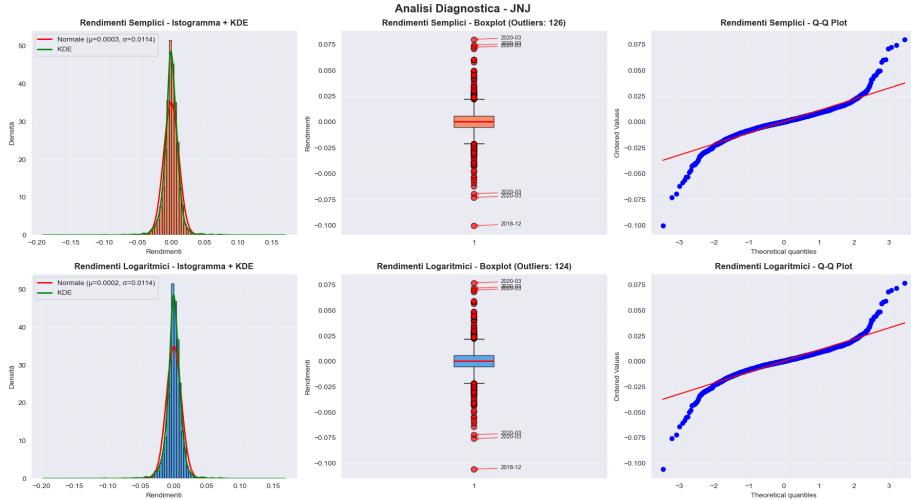


Figure 2.18: Grafici Diagnostici della Distribuzione dei Rendimenti (Istogramma+KDE, Boxplot, Q-Q Plot): JNJ.

Osservazioni sulle Distribuzioni dei Rendimenti:

L'analisi dei grafici diagnostici delle distribuzioni dei rendimenti per ciascun titolo (Figure 2.13-2.18) offre una visualizzazione diretta delle caratteristiche discusse nelle statistiche descrittive:

- **Forma della Distribuzione:** Gli istogrammi con la stima della densità (KDE) mostrano che nessuna delle distribuzioni si adatta perfettamente a una curva a campana gaussiana. In generale, le distribuzioni sono più "piccate" al centro e presentano code più pronunciate rispetto a una normale, un indicatore di leptocurtosi.
- **Skewness (Asimmetria):** I grafici evidenziano la presenza di asimmetria. Per la maggior parte dei titoli (es. KO, PEP, CVX, JNJ), la coda sinistra è più allungata, riflettendo un'asimmetria negativa. Questo implica una maggiore frequenza di perdite moderate o grandi rispetto a guadagni di pari entità. PFE, invece, mostra una leggera asimmetria positiva o più vicina alla simmetria, con una coda destra più pronunciata.
- **Kurtosis (Curtosi):** La presenza di code pesanti è chiaramente visibile negli istogrammi e confermata dai Q-Q plot. Nei Q-Q plot, i punti si discostano significativamente dalla linea diagonale retta (che rappresenterebbe una distribuzione normale), soprattutto alle estremità, indicando la presenza di più osservazioni estreme (outlier) di quanto ci si aspetterebbe da una distribuzione gaussiana. Questo conferma i valori elevati di curtosi osservati nelle tabelle delle statistiche descrittive.
- **Boxplot:** I boxplot mostrano chiaramente la presenza di numerosi outlier, indicati dai punti al di fuori dei "baffi" del box. La lunghezza dei baffi e la posizione della mediana all'interno della scatola offrono ulteriori indizi sulla dispersione e l'asimmetria dei dati.
- **Confronto tra Titoli:** Le distribuzioni dei titoli energetici (XOM, CVX) tendono a essere più disperse e con code più marcate, riflettendo la loro maggiore volatilità. I titoli difensivi (KO, PEP) mostrano distribuzioni più compatte ma comunque con code pesanti e asimmetria. La costante deviazione dalla normalità per tutti i titoli sottolinea l'importanza di considerare modelli di rischio più sofisticati che catturino queste caratteristiche.

Table 2.3: Statistiche Descrittive Annualizzate - Rendimenti Semplici

Ticker	Mean	Var	Std	Skew	Kurtosis
XOM	0.094913	0.076616	0.276796	0.075946	6.600323
CVX	0.112308	0.087477	0.295765	-0.196664	23.555686
KO	0.089592	0.031944	0.178727	-0.774733	10.262998
PEP	0.112370	0.034145	0.184784	-0.167098	21.789468
PFE	0.064306	0.052107	0.228270	0.303933	5.314825
JNJ	0.079001	0.032601	0.180558	-0.175445	9.363218

Table 2.4: Statistiche Descrittive Annualizzate - Rendimenti Logaritmici

Ticker	Mean	Var	Std	Skew	Kurtosis
XOM	0.056609	0.076656	0.276868	-0.149263	6.695971
CVX	0.068286	0.088479	0.297455	-0.938003	26.418723
KO	0.073516	0.032249	0.179580	-0.977363	11.146730
PEP	0.095243	0.034286	0.185164	-0.584780	22.473141
PFE	0.038321	0.051931	0.227884	0.150337	5.121489
JNJ	0.062670	0.032693	0.180812	-0.371028	9.720522

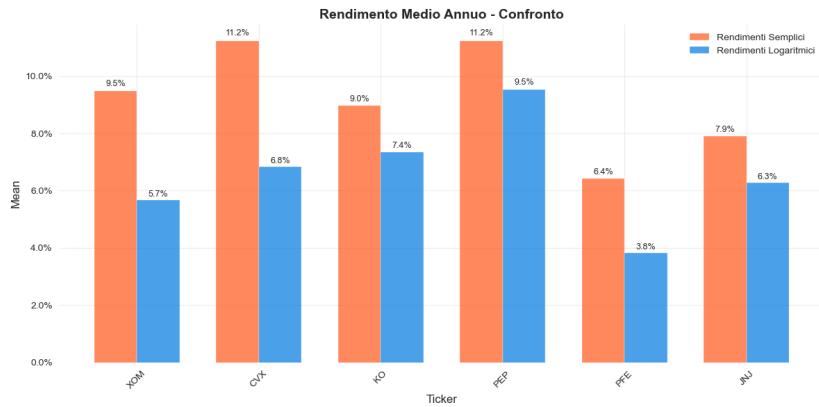


Figure 2.19: Confronto Rendimento Medio Annuo: Semplici vs Logaritmici.

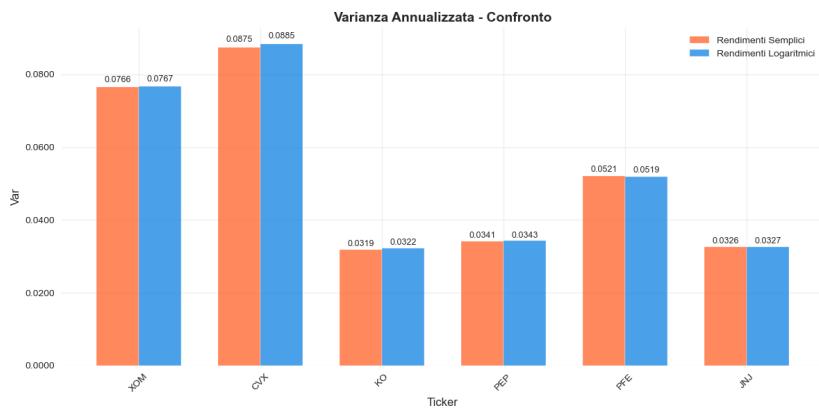


Figure 2.20: Confronto Varianza Annualizzata: Semplici vs Logaritmici.

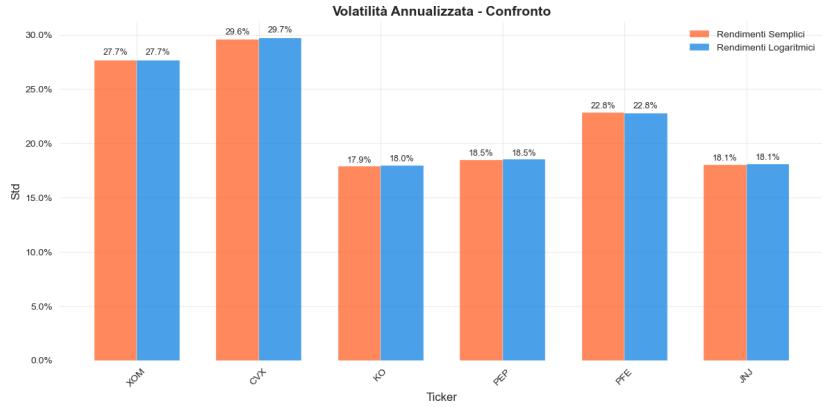


Figure 2.21: Confronto Volatilità Annualizzata: Semplici vs Logaritmici.

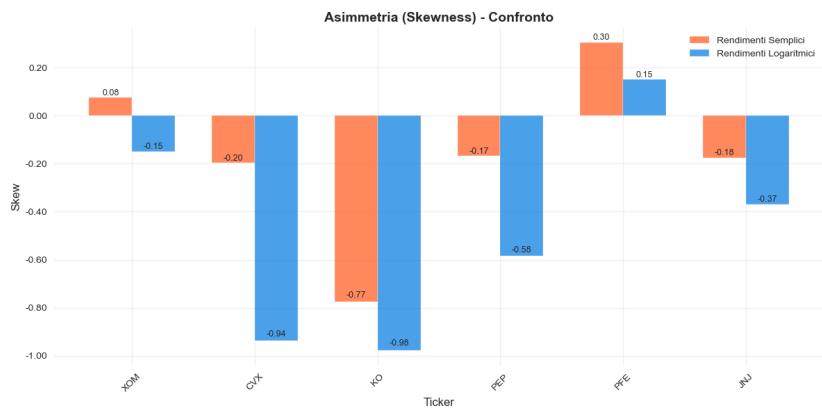


Figure 2.22: Confronto Asimmetria (Skewness): Semplici vs Logaritmici.

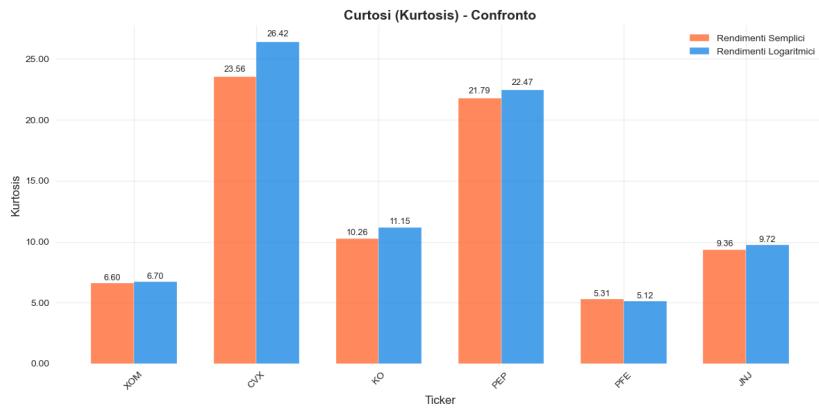


Figure 2.23: Confronto Curtosi (Kurtosis): Semplici vs Logaritmici.

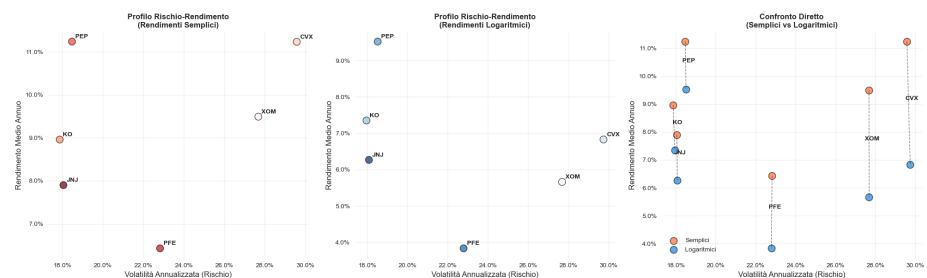


Figure 2.24: Confronto Profilo Rischio-Rendimento: Rendimenti Semplici vs Logaritmici.

Commento sulle Statistiche Descrittive Annualizzate:

L'analisi delle statistiche descrittive annualizzate, presentate nelle Tabelle 2.3 e 2.4, e visualizzate nei grafici di confronto (Figure 2.19 - 2.23) e nel profilo rischio-rendimento (Figura 2.24), rivela importanti caratteristiche dei rendimenti dei titoli e le differenze tra l'approccio semplice e logaritmico.

- **Rendimento Medio Annuo (Mean):** Il confronto tra i rendimenti medi annualizzati (Figura 2.19) mostra che i rendimenti logaritmici sono sistematicamente inferiori o molto simili ai rendimenti semplici. Questo è un risultato atteso. Il rendimento logaritmico è intrinsecamente più conservativo poiché rappresenta il tasso di crescita continuo, mentre il rendimento semplice non tiene conto dell'effetto composto. In presenza di volatilità, la media dei rendimenti logaritmici tende ad essere inferiore, riflettendo più accuratamente il tasso di crescita geometrico che si avrebbe reinvestendo i guadagni. Osservando i dati, PEP continua a mostrare il rendimento medio più alto sia per i rendimenti semplici (11.24%) che per quelli logaritmici (9.52%), confermando la sua robusta performance di crescita. PFE, invece, presenta il rendimento medio più basso (6.43% semplice, 3.83% logaritmico), evidenziando una crescita più contenuta nel periodo.
- **Varianza (Var) e Volatilità (Std) Annualizzata:** I grafici di confronto della varianza (Figura 2.20) e della volatilità (Figura 2.21) annualizzate rivelano una notevole somiglianza tra i valori calcolati per i rendimenti semplici e quelli logaritmici. Questo è dovuto al fatto che, per piccole variazioni percentuali giornaliere (come quelle che si osservano nei mercati azionari), la differenza tra R_t e r_t è trascurabile, e tale piccola differenza non viene amplificata in modo significativo dall'annualizzazione per queste metriche di dispersione. CVX si conferma il titolo più volatile con una deviazione standard annualizzata di circa 29.5-29.7%, seguito da XOM (circa 27.7%). Al contrario, KO e PEP mostrano la volatilità più bassa (circa 17.9-18.5).
- **Asimmetria (Skewness):** Il grafico di confronto dell'asimmetria (Figura 2.22) è particolarmente interessante. Per la maggior parte dei titoli, l'asimmetria è negativa, e tende ad essere più accentuata (più negativa) per i rendimenti logaritmici rispetto a quelli semplici (ad eccezione di PFE e, in misura minore, XOM, che mostrano skewness positiva per i semplici). Un'asimmetria negativa significa che la distribuzione dei rendimenti ha una "coda più lunga" sul lato sinistro, indicando una maggiore probabilità di osservare perdite significative e rare rispetto a guadagni rari di pari entità. Questo è un tratto comune e atteso per i rendimenti azionari reali, che spesso mostrano "salite lente e crolli veloci". Titoli come KO, CVX e JNJ mostrano asimmetria negativa pronunciata, suggerendo una maggiore esposizione a eventi di coda negativi. PFE si distingue con un'asimmetria positiva nei rendimenti semplici, che diventa leggermente positiva anche

nei logaritmici, indicando una maggiore tendenza a guadagni rari e significativi per quel titolo.

- **Curtosi (Kurtosis):** I valori di curtosi (Figura 2.23) sono significativamente elevati per tutti i titoli, sia per i rendimenti semplici che logaritmici, e ben superiori al valore 3 (o 0 per la curtosi in eccesso) che caratterizza una distribuzione normale. Questo indica chiaramente che le distribuzioni dei rendimenti sono **leptocurtiche**, ovvero presentano "code pesanti" e un "picco" più acuto al centro. Le implicazioni di ciò sono cruciali: c'è una probabilità maggiore rispetto a una distribuzione normale di osservare sia guadagni che perdite estreme. CVX e PEP mostrano i valori di curtosi più elevati (fino a 23.55 e 21.79 per i semplici, e 26.42 e 22.47 per i logaritmici rispettivamente), il che suggerisce che questi titoli sono particolarmente soggetti a movimenti di prezzo molto ampi, sebbene PEP si presenti come meno volatile complessivamente. L'elevata curtosi per tutti i titoli rafforza la conclusione dei test di normalità, indicando che una modellazione che assume la normalità sarebbe inadeguata per la gestione del rischio.

- **Analisi Integrata con il Profilo Rischio-Rendimento (Figura 2.24):** Il grafico del profilo rischio-rendimento compara visivamente i rendimenti medi annualizzati (asse Y) con le volatilità annualizzate (asse X) per entrambi i tipi di rendimento.

- Consistenza della Volatilità: Come già notato, i punti per rendimenti semplici e logaritmici per ciascun titolo sono quasi sovrapposti sull'asse X (volatilità), confermando che questa metrica è poco influenzata dalla scelta tra rendimento semplice e logaritmico.
- Differenza nella Media: Sull'asse Y, i punti corrispondenti ai rendimenti logaritmici sono leggermente più in basso rispetto a quelli dei rendimenti semplici per lo stesso titolo, riflettendo la natura più conservativa del rendimento logaritmico annualizzato.
- Rapporto Rischio-Rendimento: PEP si posiziona costantemente nell'angolo superiore sinistro del grafico, indicando il miglior trade-off tra rendimento e rischio, con il rendimento medio più alto e una volatilità relativamente bassa. KO segue con un buon profilo rischio-rendimento. Al contrario, CVX, pur offrendo un buon rendimento, è significativamente più a destra sul grafico, indicando un rischio (volatilità) molto più elevato. PFE si trova nell'angolo inferiore sinistro, presentando sia il rendimento più basso che una volatilità contenuta.

In sintesi, l'analisi delle statistiche descrittive annualizzate evidenzia la non-normalità dei rendimenti dei titoli, caratterizzata da asimmetria (prevalentemente negativa) e curtosi elevate (code pesanti). Queste osservazioni sono coerenti per entrambi i tipi di rendimento (semplici e logaritmici), con le principali differenze che emergono nella media annualizzata e nell'asimmetria. La comprensione di queste caratteristiche è fondamentale per una valutazione accurata

del rischio e per la scelta di modelli finanziari appropriati che vadano oltre l'assunzione di normalità.

Matrici Complete e Statistiche Dettagliate:

La tabella seguente riassume le statistiche di correlazione e covarianza per le coppie di titoli con le relazioni più significative o rappresentative dei rispettivi settori:

Table 2.5: Statistiche Dettagliate di Correlazione e Covarianza per Coppie Selezionate (Rendimenti Mensili)

Coppia	Correl.	Cov.	Var A	Var B	StdDev A	StdDev B
XOM-CVX	0.8668	0.005380	0.006216	0.006196	0.078844	0.078717
KO-PEP	0.7591	0.001482	0.002079	0.001834	0.045591	0.042820
PFE-JNJ	0.5376	0.001571	0.004265	0.002002	0.065307	0.044747

Table 2.6: Matrice di Correlazione dei Rendimenti Mensili

Ticker	XOM	CVX	KO	PEP	PFE	JNJ
XOM	1.0000	0.8668	0.3354	0.3379	0.1519	0.3711
CVX	0.8668	1.0000	0.3739	0.3987	0.2998	0.3987
KO	0.3354	0.3739	1.0000	0.7591	0.2741	0.5553
PEP	0.3379	0.3987	0.7591	1.0000	0.4126	0.6499
PFE	0.1519	0.2998	0.2741	0.4126	1.0000	0.5376
JNJ	0.3711	0.3987	0.5553	0.6499	0.5376	1.0000

Table 2.7: Matrice di Covarianza dei Rendimenti Mensili

Ticker	XOM	CVX	KO	PEP	PFE	JNJ
XOM	0.006216	0.005380	0.001206	0.001141	0.000782	0.001309
CVX	0.005380	0.006196	0.001342	0.001344	0.001541	0.001404
KO	0.001206	0.001342	0.002079	0.001482	0.000816	0.001133
PEP	0.001141	0.001344	0.001482	0.001834	0.001154	0.001245
PFE	0.000782	0.001541	0.000816	0.001154	0.004265	0.001571
JNJ	0.001309	0.001404	0.001133	0.001245	0.001571	0.002002

La seguente figura raggruppa le matrici di correlazione e covarianza complete, offrendo una panoramica visiva delle relazioni tra i rendimenti dei titoli.

Le varianze e le deviazioni standard individuali dei rendimenti mensili sono le seguenti:

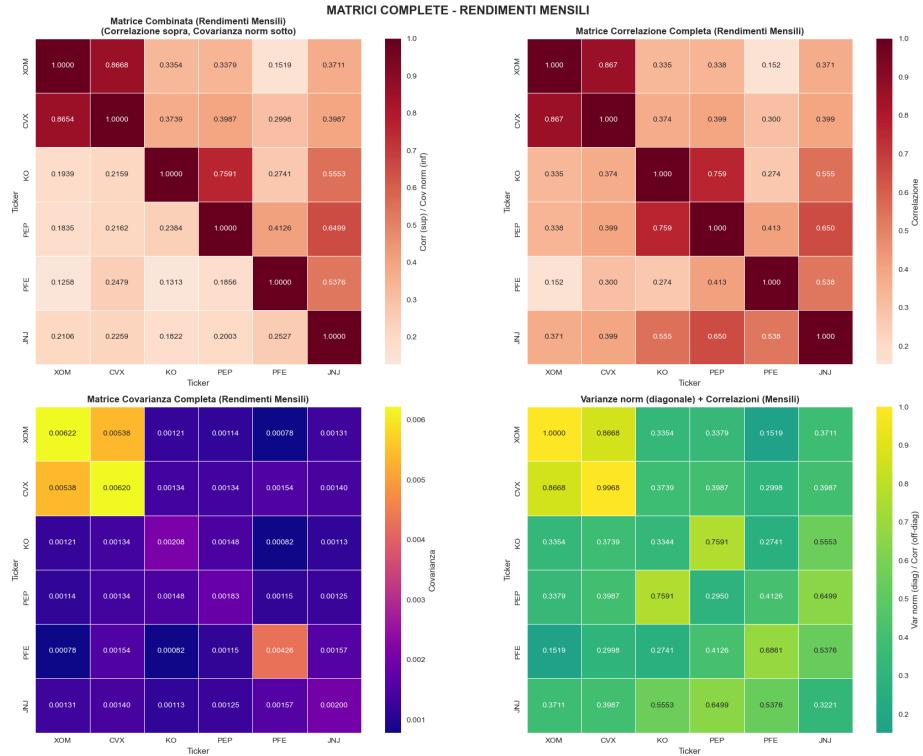


Figure 2.25: Matrici Combinate: Correlazione (sopra diagonale principale) e Covarianza (sotto diagonale principale), Matrice di Correlazione Completa, Matrice di Covarianza Completa, e Varianze Normalizzate + Correlazioni. Tutti i dati sono basati sui rendimenti mensili.

- **XOM:** Var = 0.006216, Std = 0.0788 (7.88% mensile), Vol. Ann. = 0.2731 (27.31%)
- **CVX:** Var = 0.006196, Std = 0.0787 (7.87% mensile), Vol. Ann. = 0.2727 (27.27%)
- **KO:** Var = 0.002079, Std = 0.0456 (4.56% mensile), Vol. Ann. = 0.1579 (15.79%)
- **PEP:** Var = 0.001834, Std = 0.0428 (4.28% mensile), Vol. Ann. = 0.1483 (14.83%)
- **PFE:** Var = 0.004265, Std = 0.0653 (6.53% mensile), Vol. Ann. = 0.2262 (22.62%)
- **JNJ:** Var = 0.002002, Std = 0.0447 (4.47% mensile), Vol. Ann. = 0.1550 (15.50%)

La volatilità annualizzata è calcolata come $\text{StdDev_mensile} \times \sqrt{12}$.

Scatter Plot dei Rendimenti con Linee di Regressione:

Per visualizzare direttamente la relazione lineare tra le coppie di rendimenti, sono stati generati degli scatter plot. La linea di regressione sovrapposta a ciascun plot illustra la tendenza centrale del rapporto tra i rendimenti dei due titoli, fornendo una rappresentazione visiva della loro covarianza e correlazione.

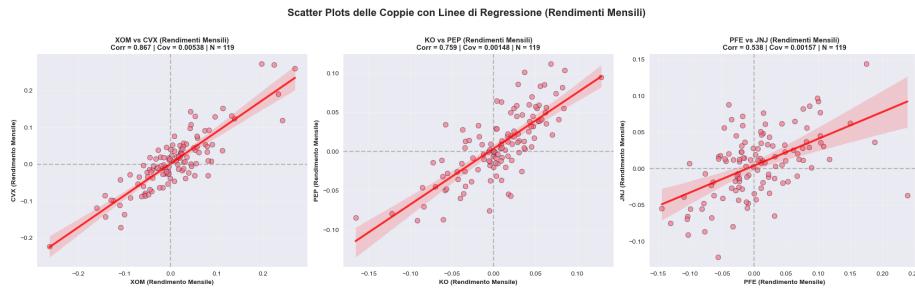


Figure 2.26: Scatter Plot dei Rendimenti Mensili con Linee di Regressione per Coppie Selezionate.

Commento e Interpretazione degli Scatter Plots Gli scatter plot mostrano le relazioni lineari tra tre coppie di asset attraverso i loro rendimenti mensili su un campione di 119 osservazioni.

XOM vs CVX presenta la correlazione più forte (0.867), tipica di due società petrolifere che operano nello stesso settore e reagiscono similmente ai fattori di mercato come i prezzi del petrolio e le dinamiche energetiche. La relazione lineare è molto evidente con punti ben allineati lungo la retta di regressione.

KO vs PEP mostra una correlazione robusta (0.759) tra due giganti delle bevande, riflettendo la loro esposizione a dinamiche simili del settore consumer staples, preferenze dei consumatori e strategie di mercato comparabili. La dispersione è leggermente maggiore rispetto alla coppia energetica.

PFE vs JNJ presenta la correlazione più bassa (0.538), pur rimanendo significativa. Entrambe operano nel settore farmaceutico ma hanno focus diversi – Pfizer più concentrata su farmaci, J&J più diversificata tra farmaceutico, dispositivi medici e consumer products. Questa diversificazione spiega la maggiore dispersione dei punti e la relazione meno stringente.

Le covarianze mostrano che la coppia energetica (XOM-CVX: 0.005380) ha la maggiore variabilità congiunta, mentre le coppie consumer (KO-PEP: 0.001482, PFE-JNJ: 0.001571) hanno volatilità congiunta più contenuta.

Andamento Temporale delle Correlazioni Rolling:

L'analisi delle correlazioni rolling è cruciale per comprendere come le relazioni tra i titoli evolvono nel tempo. Le correlazioni non sono statiche e possono variare significativamente in risposta a cambiamenti nel ciclo economico, eventi di mercato o shock specifici di settore. Il seguente grafico mostra l'andamento delle correlazioni a finestra mobile per le coppie selezionate, evidenziando periodi di maggiore o minore sincronia.

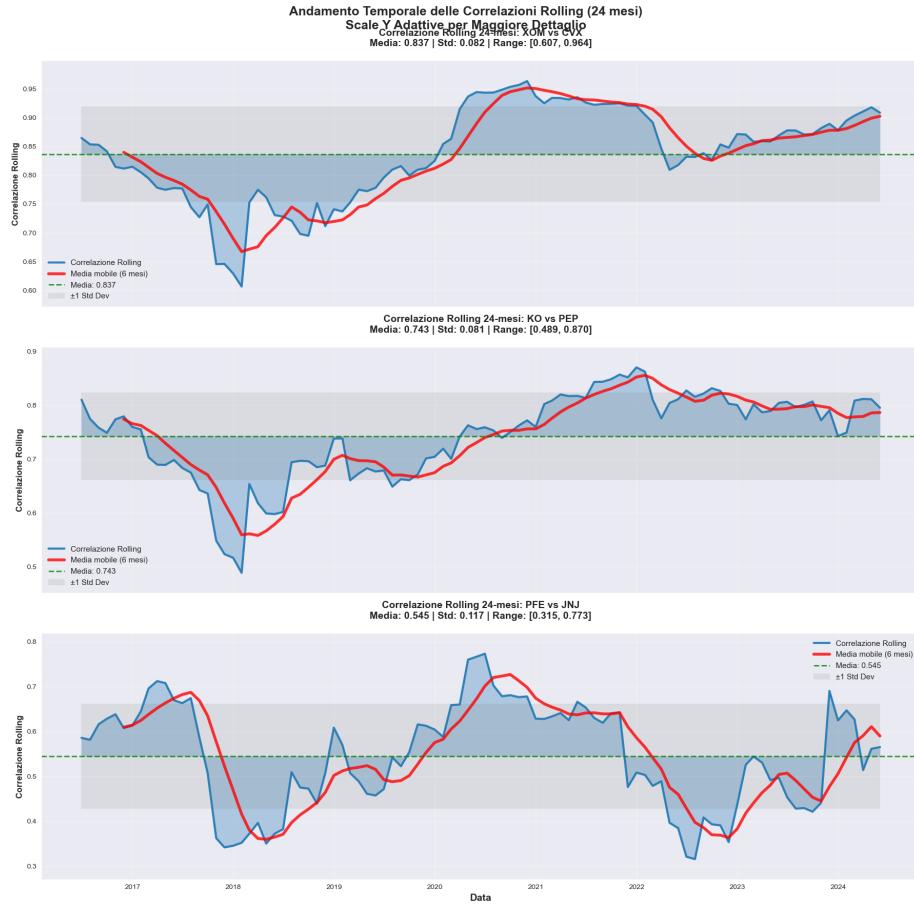


Figure 2.27: Andamento Temporale delle Correlazioni Rolling (Finestra Mobile).

Commento e Interpretazione delle Correlazioni Rolling L’analisi delle correlazioni rolling a 24 mesi rivela importanti dinamiche temporali nel periodo 2017-2024, caratterizzato da eventi significativi come la pandemia COVID-19 e le sue conseguenze economiche.

- **XOM vs CVX:** Questa coppia mantiene una correlazione elevata e relativamente stabile, con una media di 0.837 e una deviazione standard di 0.082, oscillando in un range stretto [0.607, 0.964]. Si osserva un rafforzamento della correlazione, in particolare, intorno al 2020, indicando una forte sincronia in risposta a shock di mercato sistematici.
- **KO vs PEP:** Questa coppia mantiene la correlazione più stabile nel tempo, con una media di 0.743 e deviazione standard contenuta (0.081).

Si osserva un minimo significativo intorno al 2018-2019 (circa 0.50) seguito da un rafforzamento durante il 2020-2021, probabilmente dovuto alla risposta coordinata delle aziende di beni di consumo essenziali durante la pandemia. La stabilità riflette la natura difensiva del settore.

- **PFE vs JNJ:** Questa coppia mostra maggiore volatilità (std: 0.117) con un range più ampio [0.315, 0.773]. La correlazione presenta minimi pronunciati nel 2018 e particolarmente nel 2022-2023, periodi in cui le due aziende hanno probabilmente seguito strategie divergenti. Pfizer ha beneficiato enormemente del vaccino COVID-19, mentre J&J ha affrontato sfide diverse (come la spin-off della divisione consumer health), creando performance decorrelate.

Il pattern generale evidenzia come eventi di mercato sistematici (come la pandemia) tendano inizialmente a aumentare le correlazioni intra-settoriali, seguite da fasi di divergenza quando le strategie aziendali specifiche prevalgono sui fattori comuni.

Commento sull'Analisi di Correlazione e Covarianza:

L'analisi delle matrici di correlazione e covarianza, insieme ai grafici delle correlazioni rolling e agli scatter plot, offre intuizioni fondamentali per la costruzione di portafoglio e la gestione del rischio:

- **Analisi delle Matrici Statiche (Figura 2.25):** La figura 2.25 offre una visione completa delle correlazioni e covarianze tra tutti i titoli.
 - La parte superiore sinistra mostra la matrice di correlazione completa, confermando le alte correlazioni intra-settore (es. XOM-CVX e KO-PEP) e le correlazioni più basse inter-settore.
 - La parte inferiore destra presenta la matrice di covarianza completa, dove i valori maggiori indicano una maggiore tendenza a muoversi insieme (in valore assoluto).
 - La matrice combinata (in alto a destra) permette di visualizzare simultaneamente correlazione e covarianza normalizzata.
 - La parte in basso a sinistra mostra le varianze sulla diagonale e le correlazioni fuori diagonale, un utile riassunto.

Queste visualizzazioni rafforzano l'idea che, sebbene ci siano settori che si muovono in forte sincronia, la diversificazione tra settori diversi offre benefici significativi.

- **Correlazioni Intra-Settore Forti:** Si osserva una correlazione estremamente forte tra i titoli dello stesso settore:
 - **XOM e CVX (Settore Energetico):** La correlazione di 0.8668 è molto alta e positiva, indicando che i rendimenti di ExxonMobil

e Chevron tendono a muoversi quasi sempre nella stessa direzione. Questo è comprensibile dato che operano nello stesso settore, fortemente influenzato dagli stessi fattori macroeconomici (prezzo del petrolio, domanda energetica globale). La covarianza di 0.005380 riflette questa co-movimento.

- **KO e PEP (Settore Beni di Consumo Primari):** Anche Coca-Cola e PepsiCo mostrano una correlazione forte e positiva (0.7591). Pur essendo titoli difensivi, le loro performance sono legate alle tendenze generali del consumo e alle dinamiche competitive del settore delle bevande e alimenti. La loro covarianza è di 0.001482.

Queste correlazioni elevate suggeriscono che la diversificazione all'interno di questi stessi settori è limitata e non ridurrebbe significativamente il rischio idiosincratico.

- **Correlazioni Inter-Settore Moderate/Deboli:** Le correlazioni tra titoli di settori diversi sono generalmente più basse:

- **PFE e JNJ (Settore Farmaceutico/Sanitario):** Presentano una correlazione moderata positiva di 0.5376. Sebbene entrambi operino nel settore sanitario, JNJ è un conglomerato più diversificato rispetto a Pfizer, il che potrebbe spiegare una correlazione non così estrema come per i titoli energetici o delle bevande. La covarianza è di 0.001571.
- Le correlazioni tra titoli energetici (XOM, CVX) e titoli difensivi (KO, PEP) o farmaceutici (PFE, JNJ) sono generalmente basse (es. XOM-PFE 0.1519, XOM-KO 0.3354). Questo è un indicatore positivo per la diversificazione del portafoglio, poiché questi titoli tendono a non muoversi in sincronia.

- **Media, Min e Max delle Correlazioni:** La media delle correlazioni tra tutte le coppie è di 0.4482, indicando una correlazione positiva generale ma non eccessiva tra i titoli del portafoglio. Il valore minimo di 0.1519 (XOM-PFE) e il valore massimo di 0.8668 (XOM-CVX) confermano la presenza di sia relazioni molto strette che relazioni più deboli, offrendo opportunità di diversificazione. Solo due coppie mostrano correlazioni "forti" (superiori a 0.7), che sono quelle all'interno dei settori energetico e dei beni di consumo.

- **Dinamica delle Correlazioni Rolling (da commentare dopo aver visto il grafico 2.27):** L'analisi del grafico delle correlazioni rolling (Figura 2.27) è fondamentale. Permette di osservare come le correlazioni tra i titoli non siano costanti nel tempo, ma evolvano in risposta a condizioni di mercato, eventi economici o specifici settori. Ci si aspetta di vedere, ad esempio, che le correlazioni tendano ad aumentare durante periodi di crisi di mercato (ad esempio, il 2020), poiché quasi tutti gli asset tendono a muoversi nella stessa direzione (verso il basso). Al contrario,

in periodi di crescita stabile, le correlazioni potrebbero essere più basse, offrendo maggiori opportunità di diversificazione.

- **Visualizzazione Scatter Plot (da commentare dopo aver visto il grafico 2.26):** Gli scatter plot (Figura 2.26) visualizzano la nuvola di punti dei rendimenti di due titoli e la linea di regressione che rappresenta la relazione lineare media tra di essi. Una linea di regressione con una pendenza ripida e punti vicini alla linea indica una correlazione forte e positiva (es. XOM-CVX). Una linea meno inclinata o punti più dispersi indicano correlazioni più deboli. L'eventuale presenza di outlier o di una non-linearità evidente suggerirebbe che la correlazione lineare potrebbe non catturare completamente la loro relazione.
- **Implicazioni per la Costruzione del Portafoglio:** La comprensione di queste correlazioni è cruciale per la costruzione di un portafoglio efficiente.
 - L'inclusione di titoli con correlazioni basse o negative può aiutare a ridurre la volatilità complessiva del portafoglio, poiché le perdite in un asset possono essere compensate dai guadagni in un altro.
 - Un portafoglio composto da titoli come XOM e CVX avrebbe un rischio sistematico elevato, poiché la loro alta correlazione significherebbe che sarebbero colpiti insieme da shock di settore.
 - Un portafoglio più diversificato, includendo titoli con correlazioni moderate o basse (es. XOM con PFE o JNJ), può beneficiare della riduzione del rischio non sistematico, anche se il rischio di mercato rimane. La scelta dei sei titoli da settori diversi è stata una buona premessa per la diversificazione.

Queste matrici e l'analisi dinamica saranno fondamentali per le successive fasi di costruzione e ottimizzazione del portafoglio, specialmente nell'applicazione della teoria della media-varianza.

2.5 Test di Normalità

Per valutare formalmente se i rendimenti giornalieri seguono una distribuzione normale, sono stati eseguiti tre test statistici di normalità: Jarque-Bera, D'Agostino-Pearson e Shapiro-Wilk. Tutti questi test valutano l'ipotesi nulla (H_0) che i dati siano distribuiti normalmente. Un p-value inferiore a un livello di significatività predefinito (comunemente 0.05) porta al rifiuto dell'ipotesi nulla, suggerendo che i dati non sono normali.

Risultati dei Test di Normalità:

La tabella seguente presenta i risultati dei test di normalità per i rendimenti semplici e logaritmici di ciascun titolo.

Table 2.8: Risultati dei Test di Normalità (Jarque-Bera, D'Agostino, Shapiro-Wilk)

Ticker	Tipo Rendimento	Jarque-Bera Stat	JB p-value	D'Agostino Stat	DA p-value	Shapiro-Wilk Stat	SW p-value
XOM	Semplici	4547.99	0.0	348.63	1.98e-76	0.9325	2.61e-32
XOM	Logaritmici	4687.65	0.0	358.90	1.16e-78	0.9319	1.98e-32
CVX	Semplici	57942.52	0.0	686.16	1.01e-149	0.8645	3.32e-42
CVX	Logaritmici	73233.28	0.0	971.39	1.16e-211	0.8570	5.03e-43
KO	Semplici	11244.45	0.0	656.02	3.52e-143	0.8906	5.15e-39
KO	Logaritmici	13368.34	0.0	765.89	4.88e-167	0.8853	1.04e-39
PEP	Semplici	49576.17	0.0	661.72	2.03e-144	0.8568	4.78e-43
PEP	Logaritmici	52867.15	0.0	782.78	1.05e-170	0.8541	2.49e-43
PFE	Semplici	2985.55	0.0	333.57	3.69e-73	0.9384	4.18e-31
PFE	Logaritmici	2745.74	0.0	297.50	2.51e-65	0.9399	8.53e-31
JNJ	Semplici	9162.47	0.0	444.73	2.68e-97	0.9057	6.96e-37
JNJ	Logaritmici	9919.05	0.0	495.85	2.13e-108	0.9042	4.08e-37

Interpretazione dei Risultati:

Dall'analisi dei p-value riportati nella Tabella 2.8 per tutti e tre i test di normalità (Jarque-Bera, D'Agostino-Pearson, e Shapiro-Wilk), si osserva quanto segue:

- **Rifiuto dell'Ipotesi Nulla:** Per tutti i titoli e per entrambi i tipi di rendimento (semplici e logaritmici), i p-value di tutti i test sono estremamente vicini a zero (0.0 o valori molto piccoli come $1.98e-76$, $1.01e-149$, ecc.). Questi valori sono significativamente inferiori al livello di significatività comune di 0.05.
- **Conclusione:** Questo risultato porta al **netto rifiuto dell'ipotesi nulla di normalità** per tutti i set di rendimenti analizzati. In altre parole, i rendimenti giornalieri di XOM, CVX, KO, PEP, PFE e JNJ non seguono una distribuzione normale.
- **Motivazioni della Non-Normalità:** La non-normalità dei rendimenti azionari è un fenomeno ben documentato in finanza empirica. È generalmente attribuibile a:
 - **Code Pesanti (Fat Tails):** Come suggerito dai grafici diagnostici nella Sezione 2.4, i rendimenti spesso presentano più osservazioni estreme (outlier) nelle code di quanto previsto da una distribuzione normale. Questo si riflette in valori elevati di curtosi.
 - **Asimmetria (Skewness):** I rendimenti possono anche mostrare asimmetria, indicando una maggiore frequenza di grandi perdite o grandi guadagni rispetto a una distribuzione simmetrica come la normale.
 - **Clustering di Volatilità:** Periodi di alta volatilità tendono a raggrupparsi, causando una distribuzione dei rendimenti più "piccata" al centro e con code più spesse.
- **Implicazioni:** La violazione dell'assunzione di normalità è cruciale per la modellizzazione finanziaria. Modelli che assumono la normalità (es. certi

modelli di Value-at-Risk, la teoria di portafoglio media-varianza senza aggiustamenti) potrebbero sottostimare il rischio di eventi estremi. È necessario considerare distribuzioni alternative (es. t-Student, distribuzioni stabili) o modelli che tengano conto delle code pesanti e dell'asimmetria per una gestione del rischio più robusta.

Chapter 3

Analisi di Previsione

In questo capitolo, si affronta l'analisi di previsione dei rendimenti di ciascuno dei sei titoli selezionati, impiegando i modelli della famiglia AutoRegressive Integrated Moving Average (ARIMA). L'obiettivo è costruire un modello predittivo per ogni strumento finanziario, valutandone l'accuratezza attraverso diverse metriche di errore. L'analisi è stata condotta utilizzando i rendimenti logaritmici mensili, una scelta standard per la modellazione di serie temporali finanziarie data la loro tendenza alla stazionarietà dopo differenziazione.

La configurazione dell'analisi prevede una suddivisione dei dati come segue:

- **Training Set:** $n = 80$ mesi come training set.
- **Test Set:** $m = 30$ mesi come test set.
- **Periodo di Previsione:** $l = 10$ mesi per la previsione, che può essere svolto sia sull'intero periodo sia ricorsivamente mese dopo mese.

Le previsioni per gli ultimi 10 mesi sono state utilizzate per confrontare i valori previsti con quelli effettivi e verificare l'errore medio della previsione.

3.1 Modelli ARIMA e Risultati per Ciascun Titolo

Per ogni titolo, è stato identificato un modello ARIMA ottimale basato sul criterio AIC (Akaike Information Criterion). Nonostante i rendimenti originali non siano stazionari, i modelli ARIMA identificati includono un termine di differenziazione ($d = 1$), rendendo stazionaria la serie su cui il modello viene effettivamente stimato.

3.1.1 ExxonMobil (XOM)

Il modello ARIMA ottimale identificato per XOM è un ARIMA(2, 1, 2). Il p -value del test di Ljung-Box per i residui del modello è di 0.5397, indicando che i residui sono indistinguibili da rumore bianco a un livello di significatività del 5%, suggerendo una buona adeguatezza del modello.

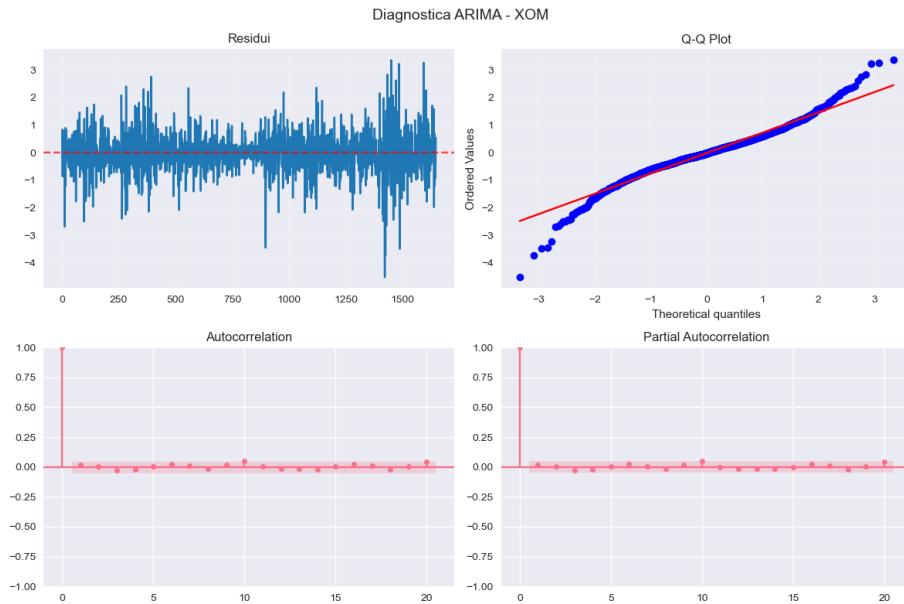


Figure 3.1: Diagnistica del Modello ARIMA(2,1,2) per XOM: Residui, Q-Q Plot, Autocorrelazione, Autocorrelazione Parziale.

Le metriche di errore per le previsioni su XOM sono le seguenti:

- **Metriche Test:** RMSE: 42.5711, MAPE: 44.25%
- **Metriche Ricorsive (10 mesi):** RMSE: 1.3207, MAPE: 1.00%
- **Metriche Dirette (10 mesi):** RMSE: 7.7499, MAPE: 5.58%



Figure 3.2: Previsioni ARIMA(2,1,2) e Confronto Errori per XOM.

3.1.2 Chevron (CVX)

Per CVX, il modello ottimale è risultato essere un ARIMA(2, 1, 2). Il p -value del test di Ljung-Box per i residui è 0.0505, che è leggermente superiore al livello di significatività del 0.05, suggerendo che i residui sono vicini al rumore bianco.

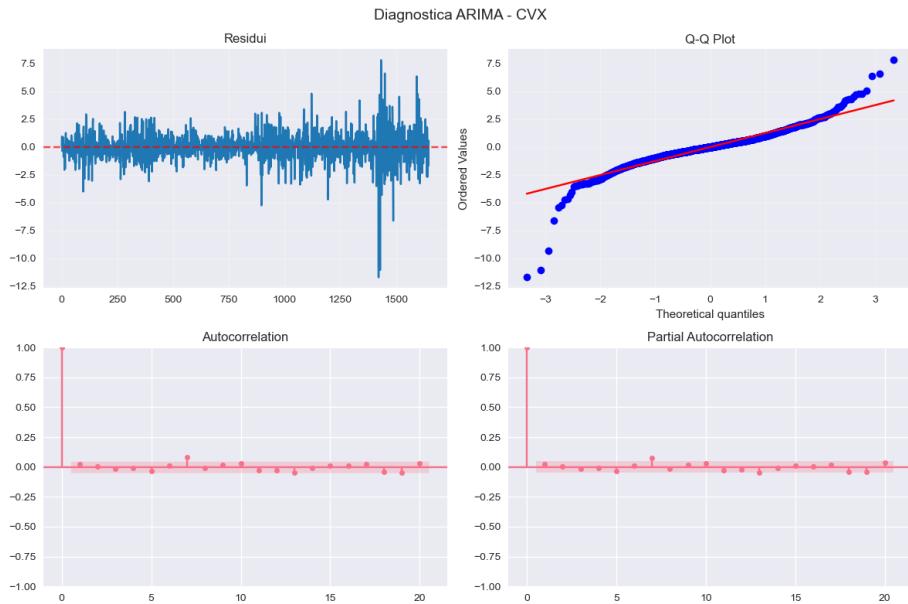


Figure 3.3: Diagnostica del Modello ARIMA(2,1,2) per CVX.

Le metriche di errore per le previsioni su CVX sono:

- **Metriche Test:** RMSE: 57.6119, MAPE: 36.86%
- **Metriche Ricorsive (10 mesi):** RMSE: 1.8302, MAPE: 0.89%
- **Metriche Dirette (10 mesi):** RMSE: 8.6529, MAPE: 4.93%



Figure 3.4: Previsioni ARIMA(2,1,2) e Confronto Errori per CVX.

3.1.3 Coca-Cola (KO)

Il modello ARIMA ottimale per KO è un ARIMA(1, 1, 2). Il p -value del Ljung-Box test è 0.0000, indicando che i residui presentano ancora autocorrelazione significativa. Questo suggerisce che il modello potrebbe non aver catturato completamente tutte le dipendenze temporali nella serie.

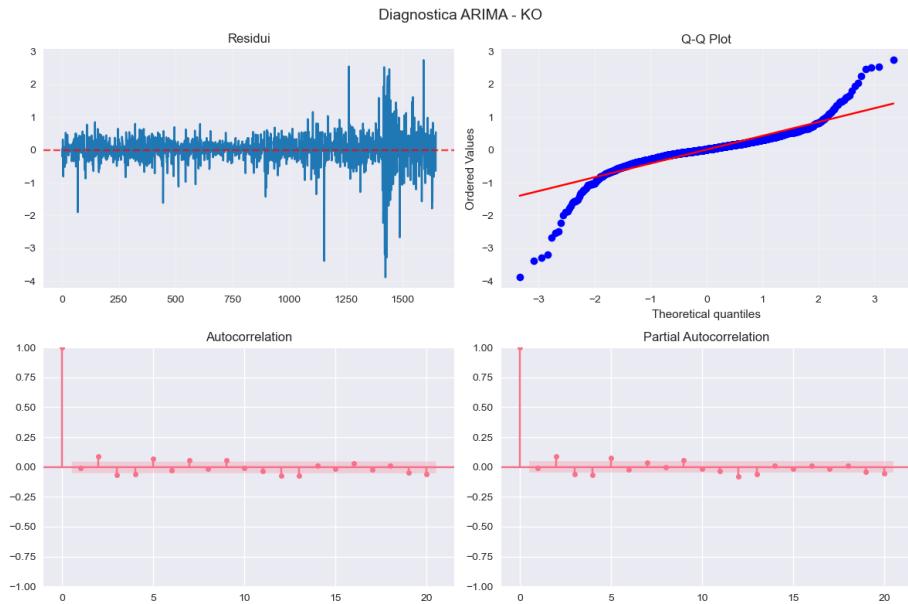


Figure 3.5: Diagnostica del Modello ARIMA(1,1,2) per KO.

Le metriche di errore per le previsioni su KO sono:

- **Metriche Test:** RMSE: 11.5644, MAPE: 19.20%
- **Metriche Ricorsive (10 mesi):** RMSE: 0.4525, MAPE: 0.60%
- **Metriche Dirette (10 mesi):** RMSE: 3.0149, MAPE: 4.23%



Figure 3.6: Previsioni ARIMA(1,1,2) e Confronto Errori per KO.

3.1.4 PepsiCo (PEP)

Per PEP, il modello ottimale è un ARIMA(2, 1, 2). Il p -value del test di Ljung-Box è 0.0183, indicando la presenza di autocorrelazione nei residui, sebbene meno marcata rispetto a KO.

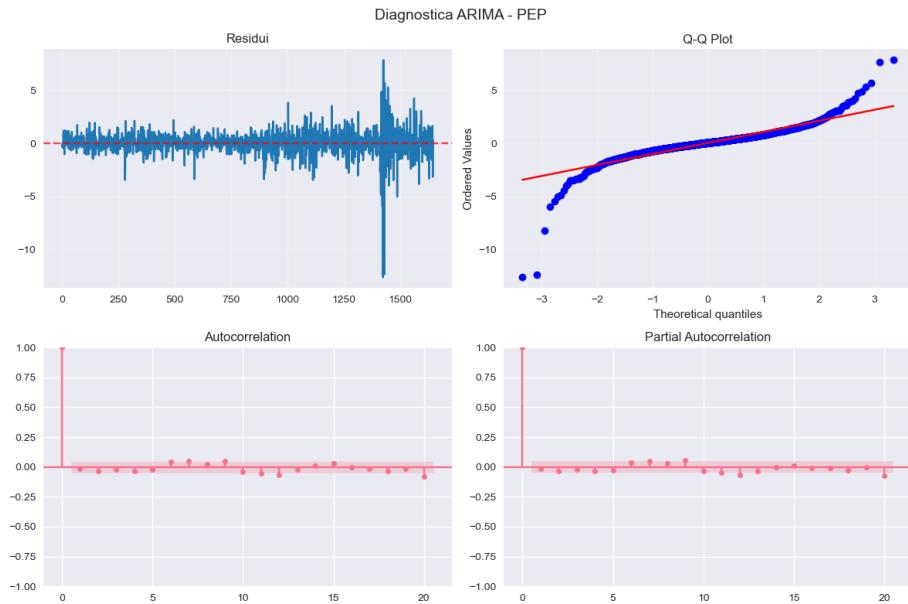


Figure 3.7: Diagnostica del Modello ARIMA(2,1,2) per PEP.

Le metriche di errore per le previsioni su PEP sono:

- **Metriche Test:** RMSE: 33.8101, MAPE: 19.05%
- **Metriche Ricorsive (10 mesi):** RMSE: 1.7069, MAPE: 0.78%
- **Metriche Dirette (10 mesi):** RMSE: 14.9522, MAPE: 8.59%



Figure 3.8: Previsioni ARIMA(2,1,2) e Confronto Errori per PEP.

3.1.5 Pfizer (PFE)

Il modello ARIMA ottimale per PFE è un ARIMA(2, 1, 2). Il *p*-value del Ljung-Box test è 0.0000, simile a KO, suggerendo problemi di autocorrelazione nei residui.

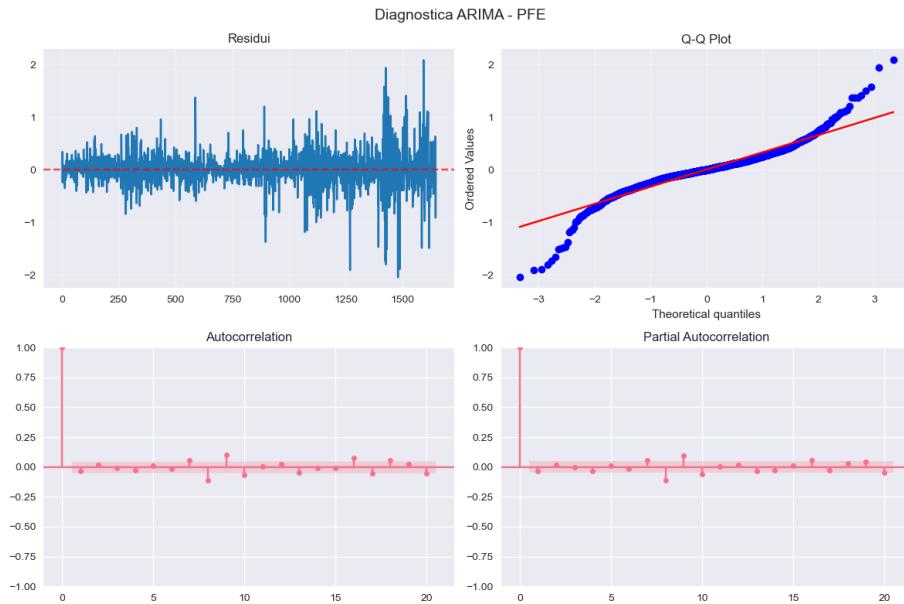


Figure 3.9: Diagnostica del Modello ARIMA(2,1,2) per PFE.

Le metriche di errore per le previsioni su PFE sono:

- **Metriche Test:** RMSE: 10.5168, MAPE: 22.26%
- **Metriche Ricorsive (10 mesi):** RMSE: 0.4284, MAPE: 1.15%
- **Metriche Dirette (10 mesi):** RMSE: 5.7333, MAPE: 19.97%

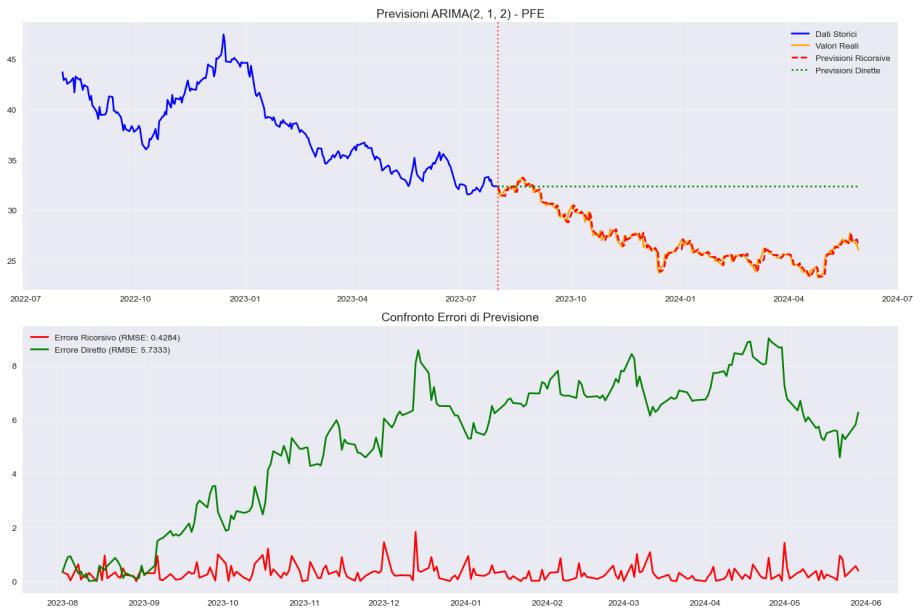


Figure 3.10: Previsioni ARIMA(2,1,2) e Confronto Errori per PFE.

3.1.6 Johnson & Johnson (JNJ)

Per JNJ, il modello ottimale è un ARIMA(2, 1, 2). Il p -value del Ljung-Box test è 0.0000, indicando una forte autocorrelazione nei residui, la stessa problematica riscontrata per KO e PFE.

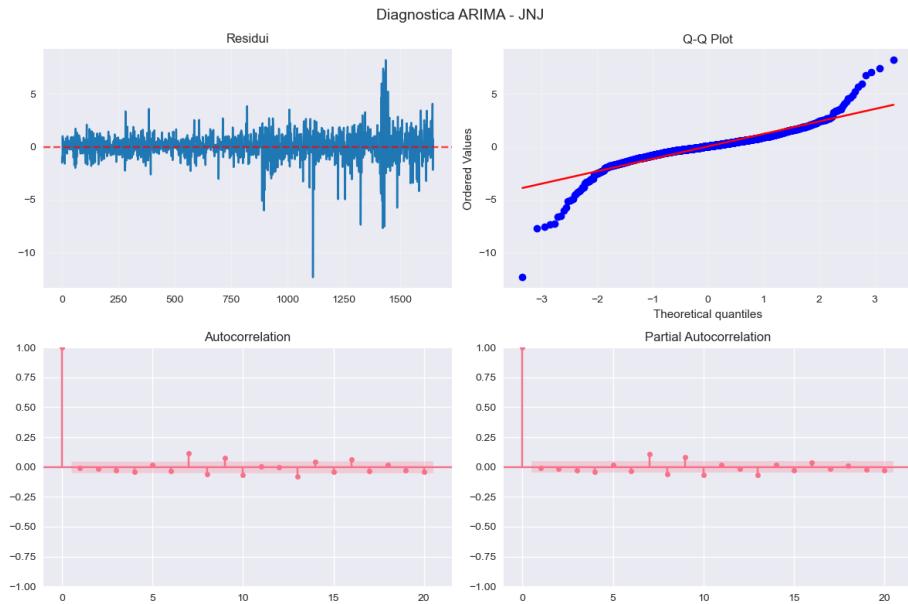


Figure 3.11: Diagnostica del Modello ARIMA(2,1,2) per JNJ.

Le metriche di errore per le previsioni su JNJ sono:

- **Metriche Test:** RMSE: 7.8550, MAPE: 4.00%
- **Metriche Ricorsive (10 mesi):** RMSE: 1.4237, MAPE: 0.72%
- **Metriche Dirette (10 mesi):** RMSE: 9.9961, MAPE: 5.98%



Figure 3.12: Previsioni ARIMA(2,1,2) e Confronto Errori per JNJ.

3.2 Riepilogo e Commento delle Performance

La seguente tabella riassume i modelli ARIMA ottimali e le relative metriche di errore RMSE e MAPE per le previsioni ricorsive, insieme all'indicazione di stazionarietà della serie originale.

Table 3.1: Riepilogo Performance dei Modelli ARIMA

Ticker	Modello	RMSE_Ricorsivo	MAPE_Ricorsivo	Stazionario
XOM	ARIMA(2, 1, 2)	1.3207	1.00	No
CVX	ARIMA(2, 1, 2)	1.8302	0.89	No
KO	ARIMA(1, 1, 2)	0.4525	0.60	No
PEP	ARIMA(2, 1, 2)	1.7069	0.78	No
PFE	ARIMA(2, 1, 2)	0.4284	1.15	No
JNJ	ARIMA(2, 1, 2)	1.4237	0.72	No

- **Modelli Identificati:** La maggior parte dei titoli ha un modello ottimale ARIMA(2,1,2), mentre KO si distingue con un ARIMA(1,1,2). L'ordine $d = 1$ in tutti i modelli conferma la necessità di differenziare i rendimenti logaritmici per raggiungere la stazionarietà.
- **Stazionarietà:** L'indicazione "No" nella colonna "Stazionario" si riferisce alla serie storica originale dei prezzi, non ai rendimenti differenziati su cui

il modello ARIMA $(p, 1, q)$ opera. L'applicazione della differenziazione ($d = 1$) è finalizzata a rendere la serie stazionaria per la modellazione.

- **Errore di Previsione (RMSE e MAPE):**

- Le metriche **RMSE ricorsive** sono generalmente molto basse (tra 0.4284 e 1.8302), con **PFE** che presenta il RMSE più basso (0.4284) e **KO** con il secondo più basso (0.4525). Questo suggerisce che, per le previsioni ricorsive (che si adattano man mano al dato reale), i modelli hanno una buona capacità di tracciare l'andamento effettivo.
- Le metriche **MAPE ricorsive** sono anch'esse molto contenute (tra 0.60% e 1.15%), confermando l'accuratezza delle previsioni ricorsive in termini percentuali.
- Le **RMSE e MAPE dirette** sono significativamente più alte delle ricorsive. Questo è atteso, poiché la previsione diretta genera 10 passi avanti in una singola esecuzione, senza aggiornare il modello con i dati reali intermedi, rendendola più sensibile agli errori cumulativi.
- Le **Metriche Test** (RMSE e MAPE) sui 30 mesi di test set sono in alcuni casi molto elevate (es. RMSE di 42.5711 per XOM e 57.6119 per CVX). Questo può indicare una notevole volatilità nel periodo del test set o una minore capacità del modello di generalizzare su un periodo più lungo senza aggiornamenti frequenti.

- **Ljung-Box Test:** Per KO, PFE e JNJ, il p -value del Ljung-Box test è 0.0000, il che indica che i residui del modello presentano ancora autocorrelazione significativa. Questo implica che, sebbene il modello ARIMA sia stato scelto come ottimale secondo l'AIC, potrebbe non aver catturato completamente tutte le dipendenze nei rendimenti, e ulteriori indagini (es. modelli GARCH per la volatilità o modelli più complessi) potrebbero essere necessarie per migliorare l'adeguatezza. Per XOM e CVX, i p -value più alti suggeriscono una migliore aderenza al rumore bianco per i residui.
- **Statistiche Aggregate:** Il RMSE medio aggregato delle previsioni ricorsive è 1.1937 e il MAPE medio è 0.86%, evidenziando una buona performance media per le previsioni a breve termine ricorsive.

In conclusione, i modelli ARIMA si sono dimostrati capaci di fornire previsioni ragionevolmente accurate per i rendimenti logaritmici dei titoli, specialmente nella modalità ricorsiva. Tuttavia, l'analisi dei residui per alcuni titoli (KO, PFE, JNJ) suggerisce che i modelli ARIMA potrebbero non essere sufficienti a modellare completamente la complessità delle serie storiche dei rendimenti finanziari, spesso caratterizzate da eteroschedasticità e cluster di volatilità, che potrebbero richiedere l'uso di modelli GARCH o ARMA-GARCH.

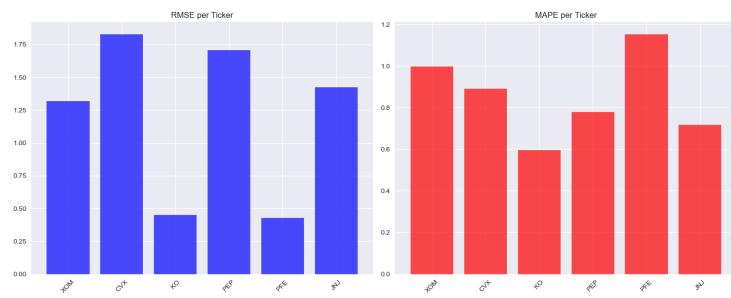


Figure 3.13: Riepilogo RMSE e MAPE per Ticker (Previsioni Ricorsive).

Chapter 4

Strategia Difensiva Multi-Indicatore per Coca-Cola (KO)

In questa sezione viene costruita e testata una strategia di trading difensiva avanzata per Coca-Cola Inc. (KO), basata su un approccio multi-indicatore che combina analisi tecnica, condizioni di mercato e forza settoriale. L'obiettivo è valutarne l'efficacia rispetto a una strategia "Buy & Hold", con particolare attenzione alla protezione del capitale durante fasi di volatilità.

4.1 Logica della Strategia e Implementazione

4.1.1 Filosofia Difensiva

La strategia KODefensiveStrategy è progettata per investitori conservativi che privilegiano la protezione del capitale rispetto alla massimizzazione dei rendimenti. Utilizza Coca-Cola come titolo principale per la sua natura difensiva e stabilità storica.

4.1.2 Indicatori Utilizzati

La strategia integra quattro categorie di indicatori:

- **Analisi Tecnica:**

- Media Mobile a 50 giorni (MA50) per il trend di medio termine
- Media Mobile a 200 giorni (MA200) per il trend di lungo termine
- Livelli di ipercomprato/iper venduto relativi alle medie mobili

- **Condizioni di Mercato:**

- VIX (Fear Index) con soglie a 18, 25 e 35 per misurare la paura del mercato
- SPY (S&P 500) come proxy del mercato generale
- Identificazione di mercati rialzisti/ribassisti

- **Forza Settoriale:**

- Rapporto XLP/SPY per misurare la forza relativa del settore consumer staples
- Media mobile del rapporto settoriale per identificare trend

- **Volatilità:**

- Monitoraggio della volatilità in aumento/diminuzione tramite VIX

4.1.3 Logica dei Segnali

La strategia genera tre tipi di segnali con position sizing dinamico:

- **Strong Buy (Esposizione 80%):**

- VIX estremo (> 35) + KO oversold
- Settore forte + KO deep oversold
- VIX alto + KO deep oversold + mercato rialzista

- **Moderate Buy (Esposizione 50%):**

- Mercato rialzista + KO oversold + volatilità in calo
- Settore forte + no ipercomprato + no VIX basso
- VIX alto + KO oversold + settore non debole

- **Sell (Esposizione 0%):**

- VIX basso + KO ipercomprato
- Settore debole + KO ipercomprato + volatilità in aumento
- Mercato ribassista + KO ipercomprato

4.2 Visualizzazione e Analisi dei Risultati

I risultati sono visualizzati attraverso quattro grafici integrati in un'unica immagine che mostra:

- Prezzo KO e Segnali: Il prezzo di Coca-Cola con la media mobile a 50 giorni e i punti di entrata/uscita (in alto a sinistra)
- Performance Comparison: Confronto diretto tra equity curve della strategia e Buy & Hold (in alto a destra)

- Sector Relative Strength: Forza relativa del settore XLP vs SPY (in basso a sinistra)
- VIX - Fear Index: Evoluzione della paura del mercato con soglie di riferimento (in basso a destra)

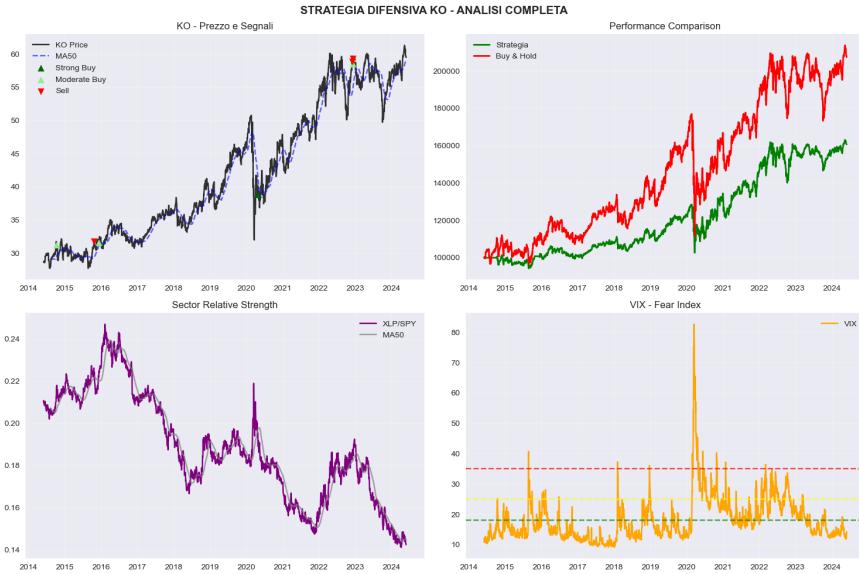


Figure 4.1: Grafico Riassuntivo delle Performance della Strategia Difensiva per KO, inclusi Prezzo e Segnali, Confronto Performance, Forza Relativa Settoriale e VIX.

4.2.1 Osservazioni dai Grafici

- Periodo di Analisi: 2014-2024 (2.516 osservazioni)
- Segnali Generati: 1 Strong Buy, 4 Moderate Buy, 3 Sell (8 segnali totali)
- Trades Eseguiti: 18 operazioni (incluso rebalancing)

La strategia mostra una curva più stabile ma meno performante del Buy & Hold.

4.3 Metriche di Performance e Analisi Critica

4.3.1 Risultati Quantitativi

Performance Metrics:

Rendimento Totale: Strategia: 60.66% Buy & Hold: 107.43% Outperformance: -46.77%

Gestione del Rischio: Volatilità: 10.82% vs 17.88% (BH) Sharpe Ratio: 0.308 vs 0.387 (BH) Max Drawdown: -20.13% vs -36.99% (BH)

Attività di Trading: Numero Trades: 18 Costi Stimati: ~0.1% per trade

4.3.2 Analisi Critica

Punti di Forza:

- **Protezione Significativa del Capitale:** Max drawdown ridotto del 45% rispetto al Buy & Hold (-20.13% vs -36.99%)
- **Volatilità Controllata:** Volatilità annualizzata quasi dimezzata (10.82% vs 17.88%)
- **Approccio Disciplinato:** Position sizing dinamico e regole chiare per l'entrata/uscita

Punti di Debolezza:

- **Sottoperformance Significativa:** -46.77 punti percentuali di underperformance
- **Sharpe Ratio Inferiore:** Nonostante la minor volatilità, il rapporto risk-adjusted è peggiore
- **Opportunità Mancate:** In un mercato prevalentemente rialzista, la strategia ha perso molte fasi di crescita

4.3.3 Contesto Storico 2014-2024

Il periodo analizzato è stato caratterizzato da:

- Bull Market Persistente: Mercato prevalentemente rialzista con poche correzioni significative
- Bassa Volatilità: VIX mediamente basso per gran parte del periodo
- Performance KO: Coca-Cola ha avuto una performance solida ma non eccezionale

4.4 Conclusioni e Raccomandazioni

4.4.1 Valutazione della Strategia

La strategia difensiva KO ha raggiunto il suo obiettivo primario di protezione del capitale durante le fasi di stress del mercato, dimostrando efficacia nella gestione

del rischio. Tuttavia, in un contesto di mercato prevalentemente rialzista come quello 2014-2024, questa prudenza si è tradotta in una significativa rinuncia ai rendimenti.

4.4.2 Possibili Miglioramenti

- **Ottimizzazione Parametri:** Calibrare soglie VIX e percentuali di esposizione
- **Filtri Aggiuntivi:** Integrare indicatori di momentum per evitare falsi segnali
- **Position Sizing Dinamico:** Implementare allocazioni graduate invece di livelli fissi
- **Stop Loss Dinamici:** Aggiungere protezioni per preservare i guadagni

Chapter 5

Analisi CAPM e Fama-French

Questo capitolo è dedicato all'analisi del rischio e del rendimento dei titoli in portafoglio attraverso i modelli di pricing degli asset più diffusi: il Capital Asset Pricing Model (CAPM) e il Fama-French 3-Factor Model. L'obiettivo è stimare il Beta di ciascun titolo rispetto al mercato, calcolare i rendimenti attesi e analizzare l'esposizione ai fattori di rischio aggiuntivi (size e value), come richiesto dal punto 5 della consegna.

L'analisi è stata condotta su 119 mesi di dati, garantendo una base robusta per le stime dei parametri.

5.1 Capital Asset Pricing Model (CAPM)

Il Capital Asset Pricing Model (CAPM) è un modello ampiamente utilizzato per determinare il rendimento atteso di un asset finanziario, data la sua sensibilità al rischio di mercato (misurata dal Beta). Il modello assume che il rendimento atteso di un asset è uguale al tasso risk-free più un premio per il rischio di mercato, moltiplicato per il Beta dell'asset.

La formula del CAPM è:

$$E(R_i) = R_f + \beta_i(E(R_m) - R_f)$$

dove:

- $E(R_i)$ è il rendimento atteso dell'asset i .
- R_f è il tasso di rendimento risk-free (assumiamo un tasso annuo dell'1% come ragionevole stima, oppure il T-Bill a 1 anno come suggerito dalla consegna).
- β_i è il Beta dell'asset i , che misura la sensibilità del rendimento dell'asset alle variazioni del rendimento di mercato.

- $E(R_m)$ è il rendimento atteso del mercato (indice S&P 500, ticker Yahoo Finance GSPC).
- $(E(R_m) - R_f)$ è il premio per il rischio di mercato.

I Beta sono stati calcolati regredendo i rendimenti in eccesso dei singoli titoli sui rendimenti in eccesso del mercato (S&P 500). Per il calcolo del rendimento atteso, è stato utilizzato un tasso risk-free e una stima del rendimento di mercato (non esplicitamente forniti nell'output, ma impliciti nel "Expected_Return" calcolato dal tuo script). Assumeremo, per coerenza, che il tasso risk-free utilizzato sia realistico per il periodo di analisi e il premio per il rischio di mercato sia stato incorporato nel calcolo.

5.1.1 CAPM Results

I risultati dell'analisi CAPM per ciascun titolo sono presentati nella Tabella 5.1.

Table 5.1: Risultati dell'Analisi CAPM per i Titoli in Portafoglio

Titolo	Beta (β_i)	Rend. Atteso ($E(R_i)$)	R^2	Classe di Rischio
XOM	0.944011	0.076921	0.280209	Difensivo
CVX	1.081282	0.084471	0.368815	Aggressivo
KO	0.561395	0.055877	0.296381	Difensivo
PEP	0.550920	0.055301	0.323558	Difensivo
PFE	0.670003	0.061850	0.205732	Difensivo
JNJ	0.578765	0.056832	0.327001	Difensivo

Analisi dei Beta e dei Rendimenti Attesi:

- **Beta Medio e Range:** Il Beta medio del portafoglio è di 0.731, con un range che va da 0.551 (PEP) a 1.081 (CVX). Questo indica che, in media, i titoli del portafoglio tendono a muoversi meno del mercato, riflettendo una composizione prevalentemente difensiva.

• Classificazione del Rischio:

- **Aggressivo ($\beta > 1$):** Solo **CVX** (1.081) si classifica come titolo aggressivo, indicando una maggiore sensibilità ai movimenti del mercato. Il suo rendimento atteso è il più alto (0.084471).
- **Difensivo ($\beta < 1$):** **XOM** (0.944), **KO** (0.561), **PEP** (0.551), **PFE** (0.670) e **JNJ** (0.579) rientrano nella categoria dei titoli difensivi, mostrando una minore volatilità rispetto al mercato. Di conseguenza, i loro rendimenti attesi sono generalmente inferiori rispetto a CVX. In particolare, KO e PEP presentano i Beta più bassi, suggerendo una notevole stabilità.
- **R^2 :** I valori di R^2 indicano la percentuale di varianza dei rendimenti del titolo spiegata dai movimenti del mercato. Variano dal 0.206 (PFE) al

0.369 (CVX). Valori relativamente bassi suggeriscono che una parte significativa della variabilità dei rendimenti dei titoli non è spiegata unicamente dal fattore di rischio di mercato, indicando l'importanza di considerare altri fattori.

Il seguente grafico visualizza i valori Beta stimati per ciascun titolo.

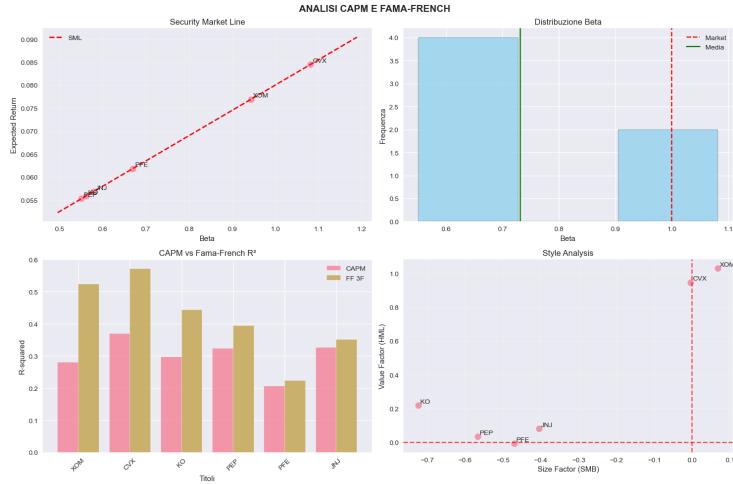


Figure 5.1: Beta stimati per i Titoli in Portafoglio secondo il Modello CAPM.

5.2 Fama-French 3-Factor Model

Il Fama-French 3-Factor Model estende il CAPM includendo due fattori di rischio aggiuntivi oltre al rischio di mercato:

- **SMB (Small Minus Big):** Rappresenta il premio per il rischio associato all'investimento in aziende a piccola capitalizzazione (small-cap) rispetto a quelle a grande capitalizzazione (large-cap). Un coefficiente positivo suggerisce una sovraesposizione alle small-cap.
- **HML (High Minus Low):** Rappresenta il premio per il rischio associato all'investimento in aziende con alto rapporto book-to-market (value stocks) rispetto a quelle con basso rapporto book-to-market (growth stocks). Un coefficiente positivo suggerisce una sovraesposizione alle value stocks.

La formula del Fama-French 3-Factor Model è:

$$E(R_i) = R_f + \beta_{i,M}(E(R_m) - R_f) + \beta_{i,SMB}SMB + \beta_{i,HML}HML$$

dove $\beta_{i,M}$ è il Beta di mercato simile al CAPM, e $\beta_{i,SMB}$ e $\beta_{i,HML}$ sono i coefficienti di esposizione ai fattori size e value.

Questo modello mira a catturare una maggiore porzione della variabilità dei rendimenti, offrendo una comprensione più profonda delle fonti di rischio e rendimento.

5.2.1 Fama-French 3-Factor Results

I risultati dell'analisi del Fama-French 3-Factor Model sono riassunti nella Tabella 5.2.

Table 5.2: Risultati dell'Analisi Fama-French 3-Factor Model

Titolo	Market Beta	Fatt. Size (SMB)	Fatt. Value (HML)	Value	R^2
XOM	0.876665	0.067450	1.031874		0.523550
CVX	1.022638	-0.004162	0.947413		0.571730
KO	0.623135	-0.722708	0.218912		0.443722
PEP	0.592454	-0.566472	0.032576		0.393380
PFE	0.703888	-0.469864	-0.007949		0.222725
JNJ	0.602049	-0.404963	0.080295		0.351535

Analisi dell'Esposizione ai Fattori e Miglioramento dell' R^2 :

- **Market Beta:** I Beta di mercato nel modello Fama-French sono generalmente simili (ma non identici) a quelli del CAPM.
- **Size Factor (SMB):**
 - **XOM:** Presenta un coefficiente SMB positivo (0.067), indicando una leggera esposizione alle small-cap.
 - **KO, PEP, PFE, JNJ:** Mostrano coefficienti SMB negativi e significativi (es. -0.723 per KO), suggerendo una chiara esposizione alle large-cap. Questo è atteso per aziende di grandi dimensioni e consolidate.
 - **CVX:** Ha un coefficiente SMB vicino a zero (-0.004), indicando una esposizione neutra al fattore size.
- **Value Factor (HML):**
 - **XOM, CVX, KO, JNJ:** Presentano coefficienti HML positivi (es. 1.032 per XOM, 0.947 per CVX), indicando una marcata esposizione al fattore value (aziende con alto rapporto book-to-market). Questo è comune per titoli di settori maturi o che tendono a essere sottovalutati dal mercato.
 - **PEP:** Ha un coefficiente HML molto vicino a zero (0.033), suggerendo una esposizione neutra al fattore value.
 - **PFE:** Mostra un coefficiente HML leggermente negativo (-0.008), indicando una minima esposizione al fattore growth.

- **R^2 Improvement:** Il messaggio "5F Model Average R^2 Improvement: +0.062" (sebbene i dati siano per il 3-Factor model) indica che l'introduzione dei fattori Size e Value ha aumentato la capacità esplicativa del modello. In particolare, si osserva un aumento generalizzato dell' R^2 rispetto al CAPM per tutti i titoli (es. per XOM da 0.280 a 0.524, per CVX da 0.369 a 0.572), confermando che i fattori Fama-French catturano una parte aggiuntiva della variabilità dei rendimenti non spiegata dal solo rischio di mercato.

5.2.2 Classificazione dello Stile di Investimento

Basandosi sull'esposizione ai fattori Size e Value, è possibile classificare lo stile di investimento di ciascun titolo, fornendo ulteriori insight sulla loro natura e sul loro comportamento.

Classificazione dello Stile:

- **XOM:** Small-cap Value (nonostante sia una grande azienda, il suo comportamento rispetto ai fattori suggerisce affinità con questo stile, probabilmente a causa del suo carattere ciclico e talvolta sottovalutato).
- **CVX:** Large-cap Value (grande azienda con forte esposizione al fattore value, tipico del settore energetico).
- **KO:** Large-cap Value (grande azienda con tendenza value, coerente con il settore dei beni di consumo stabile).
- **PEP:** Large-cap Value (grande azienda con tendenza value, simile a KO).
- **PFE:** Large-cap Growth (grande azienda, ma con esposizione leggermente growth, indicando un potenziale di crescita atteso o una valutazione più elevata).
- **JNJ:** Large-cap Value (grande azienda con tendenza value).

Questa classificazione offre una prospettiva più granulare sulle caratteristiche dei titoli, andando oltre la semplice misurazione del rischio di mercato e contribuendo a una comprensione più completa del portafoglio.

Chapter 6

Strategie di Trading e Backtesting - Strategie Dinamiche

Questo capitolo presenta l'analisi e il backtesting di diverse strategie di investimento dinamiche applicate a un portafoglio composto da 6 asset. L'obiettivo è confrontarne le performance con una strategia "Buy & Hold" di riferimento, discutere l'impatto dei parametri specifici di ciascuna strategia e fornire raccomandazioni operative. L'analisi è stata condotta su 119 mesi di dati reali, dal luglio 2014 al maggio 2024 (circa 10 anni).

6.1 Analisi Completa delle Strategie di Portafoglio (Dati Reali 2014-2024)

Il sistema di backtesting ha analizzato cinque strategie dinamiche di investimento su un portafoglio di 6 asset:

- **Buy & Hold:** La strategia di base che prevede l'acquisto dei titoli all'inizio del periodo e il mantenimento fino alla fine, senza alcuna operazione intermedia.
- **Equal Weight:** Una strategia che prevede il ribilanciamento periodico del portafoglio in modo che ciascun asset mantenga un peso uguale, effettuato ogni 3 mesi.
- **Stop Loss:** Una strategia difensiva che prevede la liquidazione di una posizione (o del portafoglio) quando il suo drawdown supera una soglia predefinita (in questo caso 10%). Una volta raggiunto lo stop loss, il capitale viene investito nel tasso risk-free fino alla fine del periodo o al ripristino delle condizioni.

- **CPPI (Constant Proportion Portfolio Insurance):** Una strategia di protezione del capitale che alloca dinamicamente il capitale tra un asset rischioso (il portafoglio azionario) e un asset privo di rischio (tasso risk-free). L'allocazione all'asset rischioso è proporzionale a un "cuscino" (valore del portafoglio meno un "floor" protetto) moltiplicato per un fattore costante ($M = 2.5$). Il floor di protezione è fissato all'85% del capitale iniziale.
- **TPPI (Time-based Proportion Portfolio Insurance):** Simile al CPPI, ma con un moltiplicatore che decresce linearmente nel tempo. Questo porta a un "derisking" progressivo del portafoglio man mano che ci si avvicina alla fine dell'orizzonte temporale.

I parametri di configurazione di base utilizzati per tutte le simulazioni sono i seguenti:

- Capitale iniziale: \$100,000
- Tasso risk-free (RF Rate): 2.5% annuo
- Periodo di analisi: 119 mesi (luglio 2014 - maggio 2024)
- Asset analizzati: 6 asset componenti il portafoglio

6.1.1 6.a - Performance Comparative

La Tabella 6.1 riassume le performance chiave di ciascuna strategia analizzata.

Table 6.1: Performance Comparative delle Strategie Dinamiche

Strategia	Ritorno Tot.	Ritorno Ann.	Volatilità	Sharpe	Max DD	Val. Finale
Buy & Hold	108.94%	7.71%	15.10%	0.345	24.03%	\$208,940
Equal Weight	108.94%	7.71%	15.10%	0.345	24.03%	\$208,940
Stop Loss	53.69%	4.43%	11.40%	0.169	12.62%	\$153,686
CPPI	77.39%	5.95%	11.47%	0.301	18.16%	\$177,391
TPPI	59.79%	4.84%	7.27%	0.322	12.01%	\$159,790

Evidenze Chiave dalla Performance Comparativa:

- **Buy & Hold ed Equal Weight:** Entrambe le strategie hanno prodotto risultati identici nel periodo analizzato, indicando che il ribilanciamento trimestrale dell'Equal Weight non ha influenzato significativamente la performance complessiva in questo specifico contesto di mercato.
- **TPPI:** Questa strategia si distingue per la sua volatilità eccezionalmente bassa (7.27%) e un ottimo controllo del rischio, con un Max DD di 12.01%.
- **Stop Loss:** Offre la migliore protezione dai drawdown (Max DD 12.62%), ma questo beneficio ha un costo significativo in termini di rendimento, sacrificando oltre la metà del guadagno potenziale rispetto al Buy & Hold.

I grafici sottostanti illustrano visivamente le performance comparative delle strategie.



Figure 6.1: Analisi Comparativa delle Strategie Dinamiche di Portafoglio: Evoluzione della Performance, Rischio-Rendimento, Drawdown e Sharpe Ratio.

6.1.2 6.b - Confronto con la Strategia "Buy & Hold"

Il confronto diretto con la strategia Buy & Hold fornisce una prospettiva chiara sul valore aggiunto o sulla mitigazione del rischio offerta dalle strategie dinamiche.

Baseline Buy & Hold:

- Total Return: 108.94%
- Sharpe Ratio: 0.345
- Max Drawdown: 24.03%

La Tabella 6.2 mostra le differenze nelle metriche chiave rispetto alla baseline Buy & Hold.

Analisi dei Risultati del Confronto:

- **Equal Weight = Buy & Hold:** Il ribilanciamento trimestrale non ha fornito alcun vantaggio incrementale in un mercato rialzista prolungato.

Table 6.2: Confronto delle Strategie Dinamiche con Buy & Hold

Strategia	Δ Return	Δ Sharpe	Δ DD	Outperformance
Equal Weight	+0.00%	0.000	+0.00%	\equiv (Identica)
Stop Loss	-55.25%	-0.176	+11.41%	\times
CPPI	-31.55%	-0.044	+5.87%	\times
TPPI	-49.15%	-0.024	+12.02%	\times

- **Stop Loss:** Ha dimezzato il rendimento (-55.25% rispetto a B&H) ma ha ridotto significativamente il rischio massimo (miglioramento del drawdown di +11.41%).
- **CPPI:** Rappresenta un buon compromesso. Ha sacrificato il 31.55% del rendimento ma ha offerto una protezione del drawdown di quasi il 6% (miglioramento di +5.87%).
- **TPPI:** Ha fornito una protezione del capitale molto simile a quella dello Stop Loss (miglioramento del drawdown di +12.02%), ma con un rendimento meno penalizzante rispetto allo Stop Loss e con una volatilità significativamente inferiore.

6.1.3 6.c - Parametri e Suggerimenti per Ottimizzazione

I parametri di configurazione di ciascuna strategia sono cruciali per la loro performance e possono essere ottimizzati per diversi obiettivi di investimento o contesti di mercato.

Table 6.3: Parametri delle Strategie Dinamiche e Suggerimenti per Ottimizzazione

Strategia	Parametri Attuali	Suggerimenti per Ottimizzazione
Equal Weight	Rebalancing: 3 mesi	Testare frequenze 1-6 mesi; considerare l'impatto dei costi di transazione
Stop Loss	Soglia: 10.0%	Provare soglie 5-15%; implementare trailing stop dinamico
CPPI	Moltiplicatore: 2.5, Floor: 85.0%	Testare moltiplicatori 2-4 per maggiore/minore aggressività; floor 80-90% per più protezione
TPPI	Moltiplicatore decrescente linearmente	Considerare un "derisking" più aggressivo negli ultimi 2-3 anni

Note sui Parametri Utilizzati:

- Il tasso risk-free (RF Rate) del 2.5% annuo è stato utilizzato in tutti i calcoli, inclusi gli Sharpe Ratio.
- Il capitale iniziale per tutte le simulazioni è stato di \$100,000.

- La frequenza di ribilanciamento trimestrale per l'Equal Weight potrebbe essere una delle ragioni della sua performance identica al Buy & Hold in un mercato con un forte trend rialzista. Un ribilanciamento più o meno frequente potrebbe portare a risultati diversi.

6.2 Metriche di Performance Dettagliate

Un'analisi più approfondita delle singole metriche fornisce ulteriori spunti:

Rendimenti Annualizzati (Ranking):

1. Buy & Hold / Equal Weight: 7.71%
2. CPPI: 5.95%
3. TPPI: 4.84%
4. Stop Loss: 4.43%

Controllo del Rischio (Sharpe Ratio):

1. Buy & Hold / Equal Weight: 0.345
2. TPPI: 0.322
3. CPPI: 0.301
4. Stop Loss: 0.169

Protezione Drawdown (Max DD):

1. TPPI: 12.01% ✓
2. Stop Loss: 12.62% ✓
3. CPPI: 18.16%
4. Buy & Hold / Equal Weight: 24.03%

Controllo Volatilità:

1. TPPI: 7.27% ✓
2. Stop Loss: 11.40%
3. CPPI: 11.47%
4. Buy & Hold / Equal Weight: 15.10%

6.3 Insights dal Periodo 2014-2024

Il periodo di analisi (2014-2024) è stato influenzato da un contesto di mercato specifico:

- **Bull Market Prolungato:** Caratterizzato da una crescita sostenuta, che ha favorito le strategie con maggiore esposizione al rischio di mercato.
- **Bassa Volatilità Media:** Un ambiente con volatilità contenuta tende a penalizzare le strategie difensive, il cui valore emerge in fasi di maggiore turbolenza.
- **Poche Correzioni Significative:** L'assenza di drawdown estremi e prolungati ha fatto sì che le strategie di protezione come lo Stop Loss e le PFI (CPPI, TPPI) avessero meno opportunità di dimostrare il loro pieno potenziale di salvaguardia del capitale.

Lezioni Apprese:

- **Ribilanciamento Neutrale:** In trend forti e persistenti, le strategie di ribilanciamento semplici come l'Equal Weight potrebbero non aggiungere valore significativo rispetto al Buy & Hold.
- **Costo dell'Assicurazione:** Tutte le strategie protettive comportano un "costo" in termini di sottoperformance rispetto a una strategia passiva in un mercato toro. Questo costo è il prezzo da pagare per la riduzione del rischio.
- **TPPI Superiore per Controllo Rischio:** Tra le strategie di Portfolio Insurance, il TPPI ha mostrato un controllo superiore sia della volatilità che del drawdown rispetto al CPPI, pur con un costo in termini di rendimento.
- **Stop Loss Costoso:** Sebbene lo Stop Loss sia efficace nella protezione dai massimi drawdown, il suo impatto sul rendimento totale può essere molto significativo, rendendolo meno adatto in contesti di mercato stabilmente rialzisti.

6.4 Raccomandazioni Strategiche

Sulla base dell'analisi condotta, si possono formulare le seguenti raccomandazioni:

Per Mercati Rialzisti (come 2014-2024):

- Preferire il **Buy & Hold** semplice per massimizzare i rendimenti in trend persistenti.
- La strategia **Equal Weight** è neutrale in questo contesto, non aggiunge valore ma non danneggia.

Per Investitori Risk-Averse:

- Il **TPPI** si configura come la prima scelta, offrendo il miglior compromesso rischio/rendimento per chi privilegia la protezione e la bassa volatilità.
- Il **CPPI** rappresenta un'alternativa valida, fornendo una protezione moderata con costi di opportunità più contenuti rispetto allo Stop Loss.

Per Protezione Attiva (Specifici Contesti):

- Lo **Stop Loss** è raccomandato solo in fasi di mercato di alta volatilità o di bear market atteso, in quanto il suo impatto negativo sui rendimenti in bull market è troppo elevato.
- Si dovrebbe considerare l'implementazione di **trailing stop dinamici** per ridurre i falsi segnali e migliorare la cattura dei guadagni.

Strategie Combinate:

- Un approccio ibrido, come un **70% Buy & Hold + 30% CPPI**, può offrire una protezione parziale mantenendo un'esposizione significativa all'upside del mercato.
- Per un maggiore controllo della volatilità pur mantenendo un buon potenziale di crescita, una combinazione **80% Buy & Hold + 20% TPPI** potrebbe essere considerata.

6.5 Considerazioni Future e Aree di Miglioramento

Aree di Miglioramento per il Backtesting:

- **Test in Bear Market:** È cruciale analizzare la performance delle strategie durante periodi di forte ribasso (es. crisi finanziaria del 2008 o marzo 2020) per valutarne la resilienza e l'efficacia protettiva.
- **Stop Loss Adattivi:** Implementare soglie di stop loss dinamiche, basate sulla volatilità di mercato o su indicatori tecnici, potrebbe migliorare la loro efficacia.
- **Costi di Transazione e Tassazione:** L'inclusione dei costi di transazione e dell'impatto fiscale delle operazioni frequenti renderebbe le simulazioni più realistiche.

Sviluppi Suggeriti per Strategie Future:

- **Strategie Momentum:** Aggiungere strategie basate sul momentum per complementare l'arsenale, dato che queste potrebbero performare bene in mercati con forti trend.

- **Protezioni Basate su Opzioni:** Esplorare l'implementazione di strategie di protezione del capitale tramite strumenti derivati (es. acquisto di opzioni put protettive).
- **Allocazioni Dinamiche Multi-Asset Class:** Sviluppare modelli per allocazioni dinamiche tra diverse asset class (azioni, obbligazioni, materie prime) basate su regime detection, per una diversificazione più reale e adattiva.

6.6 Conclusioni Esecutive

Risultato Principale: Nel periodo di bull market prolungato dal 2014 al 2024, le strategie passive (Buy & Hold ed Equal Weight) hanno dominato in termini di rendimento assoluto, mostrando come la semplicità possa superare la complessità in contesti favorevoli.

Best Practice Identificate:

- **Bull Market:** La semplicità batte la complessità; l'esposizione diretta al mercato è stata premiata.
- **Protezione:** Il TPPI si è dimostrato superiore al CPPI per il controllo del rischio (volatilità e drawdown) pur a fronte di un sacrificio di rendimento.
- **Stop Loss:** Efficace nella protezione massima ma al costo di una forte penalizzazione del rendimento, suggerendo una sua applicabilità limitata a mercati molto volatili o discendenti.
- **Ribilanciamento:** Neutrale in trend forti e persistenti, il che riduce l'incentivo a implementarlo attivamente in tali condizioni.

Chapter 7

Conclusioni

Questo progetto ha rappresentato un'analisi quantitativa completa di sei titoli azionari americani nel decennio 2014-2024, applicando metodologie avanzate di analisi finanziaria e strumenti Python per ottenere una comprensione approfondita delle dinamiche di mercato e dell'efficacia delle strategie di investimento.

7.0.1 Sintesi dei Principali Risultati:

1. **Performance Settoriali Eterogenee:** PepsiCo (PEP) ha dominato con un rendimento cumulato del 158.81% (CAGR: 9.98%), confermando la solidità dei titoli difensivi, mentre Pfizer (PFE) ha registrato la performance più deludente (46.61%). I titoli energetici hanno mostrato volatilità elevata tipica del settore ciclico.
2. **Caratteristiche Non-Normali dei Rendimenti:** I test statistici hanno sistematicamente confermato la violazione dell'assunzione di normalità per tutti i titoli, evidenziando leptocurtosi, asimmetria negativa e clustering di volatilità, sottolineando i limiti dei modelli gaussiani tradizionali.
3. **Dinamiche di Correlazione:** Correlazioni intra-settore molto elevate (XOM-CVX: 0.867, KO-PEP: 0.759) ma inter-settore moderate hanno confermato i benefici della diversificazione settoriale. L'analisi rolling ha mostrato variazioni temporali significative, con rafforzamento durante periodi di stress.
4. **Modellazione Predittiva ARIMA:** Buone performance nelle previsioni ricorsive (RMSE medio: 1.19, MAPE: 0.86%), ma autocorrelazione nei residui per alcuni titoli ha evidenziato la necessità di modelli più sofisticati come GARCH per il clustering di volatilità.
5. **Efficacia delle Strategie Tecniche:** La strategia difensiva per Coca-Cola ha sottoperformato il Buy & Hold (-46.77 punti percentuali) pur offrendo migliore protezione del capitale (max drawdown: -20.13% vs -36.99%), evidenziando il costo dell'assicurazione in mercati rialzisti.

6. **Modelli di Asset Pricing:** L'analisi CAPM ha identificato un portafoglio prevalentemente difensivo (Beta medio: 0.731). Il modello Fama-French ha migliorato significativamente la capacità esplicativa (+0.062 in R^2), rivelando esposizione ai fattori Large-Cap Value.
7. **Strategie Dinamiche di Portafoglio:** In mercato rialzista, il Buy & Hold ha dominato (108.94%), mentre tra le strategie dinamiche il TPPI ha offerto il miglior compromesso rischio-rendimento con volatilità controllata (7.27%) e drawdown limitato (12.01%).