

# Documentazione di progetto

## Business Intelligence per i Servizi Finanziari

Tommaso Cammelli, 851593

24 maggio 2022

## 1 Sommario dei dati utilizzati

### 1.1 Presentazione e descrizione dei titoli selezionati

Per questo progetto sono stati presi in considerazione 6 titoli azionari, appartenenti a 3 settori diversi:

- **Settore tecnologico:** Meta Platforms, Inc. (FB), Alphabet Inc. (GOOG)
- **Settore militare:** Raytheon Technologies Corporation (RTX), Lockheed Martin Corporation (LMT)
- **Settore bancario:** Bank of America Corporation (BAC), JPMorgan Chase & Co. (JPM)

#### Motivazione per scelta dei titoli

- **Meta Platforms, Inc. (FB):** Questo titolo è stato scelto in quanto è una delle aziende con la *market capitalization* più alta nel mondo<sup>1</sup>, e facendo parte del *faang*<sup>2</sup> ho ritenuto essere un investimento solido. considerando il recente crollo del prezzo potrebbe essere un buon momento per prendere posizioni lunghe sul titolo<sup>3</sup>.
- **Alphabet Inc. (GOOG):** Questo titolo insieme a quello precedente fa parte di *faang*<sup>2</sup>, è stato scelto in quanto è interessante da confrontare contro altri titoli del settore tecnologico come FB, soprattutto in momenti critici come la crisi finanziaria causata dall'epidemia di COVID-19, dove GOOG ha subito un crollo del 29% nel primo trimestre<sup>4</sup>.
- **Raytheon Technologies Corporation (RTX):** RTX ha mostrato negli anni un trend in salita abbastanza stabile, nonostante il crollo durante la crisi finanziaria del 2020 RTX è riuscito a recuperare il crollo.<sup>5</sup>
- **Lockheed Martin Corporation (LMT):** LMT è stata scelta in quanto è fa parte anche lui nella categoria militare e permette di confrontare l'andamento di mercato nel confronto di RTX.
- **Bank of America Corporation (BAC):** Come primo titolo finanziario ho scelto BAC in quanto nonostante la volatilità negli ultimi anni a causa dell'epidemia, il titolo ha mostrato un leggero trend di salita negli anni ed il crollo del prezzo potrebbe rivelarsi una opportunità.
- **JPMorgan Chase & Co. (JPM):** JPM come per BAC ha risentito molto dalla crisi finanziaria del 2020, negli anni tuttavia ha mostrato un trend di salita più evidente rispetto a BAC, ritengo che potrebbe essere vantaggioso a lungo termine

---

<sup>1</sup>pagina web di referenza: <https://companiesmarketcap.com/tech/largest-tech-companies-by-market-cap/>

<sup>2</sup>Acronimo dei cinque top stocks americani nel settore tecnologico, <https://www.investopedia.com/terms/f/faang-stocks.asp>

<sup>3</sup><https://finance.yahoo.com/news/good-time-increase-meta-platforms-142109519.html>

<sup>4</sup>articolo riferimento declino, <https://www.investopedia.com/alphabet-googl-sells-off-after-revenue-decline-5072988>

<sup>5</sup><https://www.investopedia.com/raytheon-technologies-drops-then-pops-on-earnings-beat-5074746>

## 1.2 Funzioni utilizzate per download e fusione

Per il download dei dati da Yahoo! Finance<sup>6</sup> è stata utilizzata la nota libreria di python `yfinance`<sup>7</sup> dove attraverso la funzione `download()` ha permesso di scaricare i dati di interesse nel periodo rilevante per questo progetto.

```
# Esempio di download da Yahoo! Finance dello storico prezzi di FB
import yfinance as yf
```

```
fb_df = yf.download('FB', start='2011-11-30', end='2021-11-30')
```

Relativamente alla fusione dei dati scaricati in un unico `DataFrame` di `Pandas`<sup>8</sup> è stata utilizzata la funzione `DataFrame()` per creare un nuovo `DataFrame` vuoto, sono stati poi usati i costrutti base di python per popolare il `DataFrame` con i nostri dati di interesse.

```
# Esempio di fusione dei dati da due indici scaricati precedentemente
import pandas as pd
```

```
adj_close_tot = pd.DataFrame()
adj_close_tot["Meta_Price"] = fb_df[["Adj_Close"]]
adj_close_tot["Alphabet_Price"] = goog_df[["Adj_Close"]]
```

## 1.3 presentazione dei dati

Rappresentiamo i dati ottenuti tramite un grafico a linee che si trova alla figura 1 dove si mostra la variazione di prezzo di tutti gli stock considerati in questo progetto<sup>9</sup> nel periodo da 30-11-2011 a 30-11-2021.



Figura 1: grafico con prezzo degli stock da 18/05/2012 a 30/11/2021

Tutti i grafici del progetto sono stati generati utilizzando la libreria di python `matplotlib`<sup>10</sup> che tramite apposite funzioni ha permesso la quasi totale personalizzazione dei grafici per semplificare la lettura dei dati.

Rappresentiamo ora alla figura 2 le prime 10 righe della tabella che contiene il prezzo combinato di tutti gli stock considerati (stessa tabella utilizzata per il plot del grafico qui sopra), fusi in un solo `DataFrame` grazie a `Pandas`.

**Nota:** Meta Platforms, Inc. (FB) è stata quotata in borsa solo a partire dal 18/05/2012, a causa di ciò i dati aggregati partono solo da quella data.

<sup>6</sup><https://finance.yahoo.com>

<sup>7</sup>Libreria FOSS per download di dati finanziari da Yahoo! finance, <https://pypi.org/project/yfinance/>

<sup>8</sup>Libreria per data analysis e manipulation, <https://pandas.pydata.org/>

<sup>9</sup>FB, GOOG, RTX, LMT, BAC, JPM

<sup>10</sup>Libreria per creare visualizzazioni dei dati anche interattive in Python, <https://matplotlib.org>

	Meta Price	Alphabet Price	Raytheon Price	Lockheed Martin Price	Bank of America Price	JPMorgan Chase Price
Date						
2012-05-18	38.230000	299.078979	36.082355	60.931610	6.052373	25.427305
2012-05-21	34.029999	305.908386	36.740398	61.557266	5.888562	24.683229
2012-05-22	31.000000	299.278229	36.860043	61.601433	6.017887	25.822113
2012-05-23	32.000000	303.592072	36.919865	61.351143	6.181696	26.011929
2012-05-24	33.029999	300.702881	36.640682	61.365898	6.155832	25.791744
2012-05-25	31.910000	294.660553	36.401409	60.880070	6.164454	25.434896
2012-05-29	28.840000	296.060303	37.433334	61.579334	6.414482	25.533600
2012-05-30	28.190001	293.016693	36.760330	61.683636	6.215916	25.024893
2012-05-31	29.600000	289.345459	36.944771	61.683636	6.345415	25.169157
2012-06-01	27.719999	284.423920	35.902882	60.506592	6.060519	24.242868

Figura 2: tabella con Adjusted Close degli stock da 18/05/2012 a 30/11/2021 (prime 10 righe)

## 2 Statistiche descrittive

### 2.1 Rendimenti semplici e composti

Dato che il prezzo degli asset spesso non è *stazionario* (media e varianza cambia nel tempo), ci viene comodo trasformare i prezzi in rendimenti per cercare di rendere la serie temporale stazionaria (la proprietà desiderata per la modellazione statistica).

#### 2.1.1 Titoli Tecnologici

Per i titoli GOOG e FB sono stati calcolati i rendimenti semplici netti (grafico a figura 3) e i rendimenti composti (grafico a figura 4) e posti a confronto si nota una generale correlazione nei rendimenti.

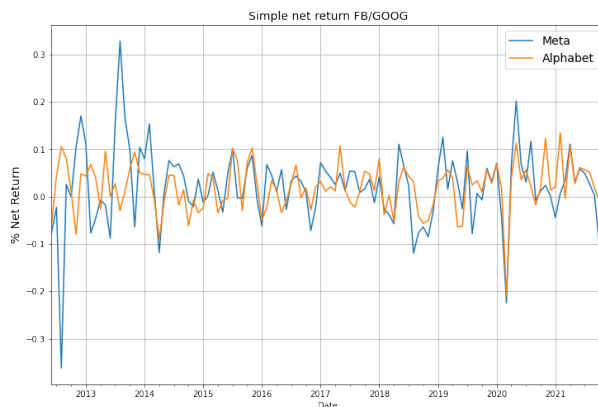


Figura 3: Rendimenti semplici netti FB e GOOG

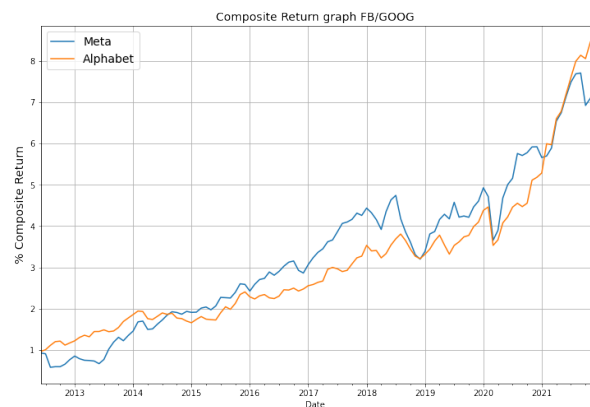


Figura 4: Rendimenti composti FB e GOOG

#### Note sui titoli tecnologici

Confrontando le serie storiche di GOOG e FB nel grafico a figura 1, utilizzando la funzione `.corr()` di pandas si mostra un forte correlazione positiva di 0.962272 (figura 5) tra i due titoli, come dimostrato anche dai simili rendimenti composti (ad eccezione per alcuni eventi).

	Meta Price	Alphabet Price
Meta Price	1.000000	0.962272
Alphabet Price	0.962272	1.000000

Figura 5: tabella con correlazione titoli GOOG e FB (metodo di Pearson)

## Note sui rendimenti di Meta (FB)

Osservando il grafico in figura 3 relativamente ai rendimenti semplici di FB, notiamo 3 eventi di notevole discostamento dalla media.

Nel primo trimestre del 2012 si nota un significativo crollo, analizzando notizie e articoli si può ricondurre il crollo a scetticismo che c'è stato tra gli investitori<sup>11</sup> in quanto Facebook (ora Meta) all'epoca era stata appena quotata in borsa, il crollo è stato circa del 35% solo nei primi mesi.

Nel terzo trimestre del 2013 tuttavia viene evidenziato una crescita sostanziale rispetto alla media, nonostante il crollo capitato poco dopo la quotazione in borsa nel 2012, a metà anno il prezzo di FB è riuscito a raggiungere di nuovo il prezzo di IPO<sup>12</sup> raggiungendo poi verso il terzo trimestre la quota record del tempo di 50\$, in base a vari articoli<sup>13</sup> si evidenzia come la crescita possa essere attribuita dalla introduzione delle pubblicità su dispositivi mobile (precedentemente la pubblicità era mostrata solo da sito web), a luglio 2013 facebook ha infatti annunciato che la pubblicità su mobile ha contribuito al 41% delle loro vendite nel secondo semestre.

Tra il primo ed il secondo trimestre del 2020, come evidenziato dal grafico c'è stato un grande discostamento dalla media, inizialmente molto negativo ma poco dopo molto positivo, la caduta iniziale del prezzo la si può attribuire alla crisi finanziaria del 2020, scatenata dalla epidemia da covid-19<sup>14</sup>.

Tuttavia grazie alla natura digitale del servizio, dunque non esposta alla epidemia come altre attività e all'annuncio di *Facebook Shops* il prezzo ha velocemente raggiunto il valore pre-crollo arrivando addirittura ad un record del tempo (20-05-2020) di \$230.75<sup>15</sup>

## Note sui rendimenti di Alphabet (GOOG)

Sul titolo GOOG si notano distaccamenti negativi sul rendimento di entità notevolmente inferiore rispetto a FB, tuttavia si hanno distaccamenti positivi più numerosi (il net return raggiunge 0.1 più volte rispetto a FB) anche se spesso non oltre 0.1.

Come per FB, ad aprile 2020 c'è stato un decremento significativo del prezzo (che si è riflettuto sul rendimento) a causa della epidemia da covid-19<sup>16</sup>, ma sempre per il fatto che Alphabet Inc. fornisce prevalentemente servizi digitali il prezzo è ritornato al valore pre-crollo velocemente.

### 2.1.2 Titoli Militari

Per i titoli RTX e LMT sono stati calcolati i rendimenti semplici netti (grafico a figura 6) e i rendimenti compositi (grafico a figura 7) e posti a confronto si nota una generale correlazione nei rendimenti, anche se di entità inferiore rispetto a FB/GOOG.



Figura 6: Rendimenti semplici netti RTX e LMT



Figura 7: Rendimenti compositi RTX e LMT

<sup>11</sup> <https://money.cnn.com/2012/05/22/markets/facebook-shares/index.htm>

<sup>12</sup> Initial Public Offering, <https://www.investopedia.com/terms/i/ipo.asp>

<sup>13</sup> <https://www.reuters.com/article/us-facebook-ipoprice-idUSBRE96T1C120130730>,

<https://money.cnn.com/2013/09/26/investing/facebook-stock/index.html>

<sup>14</sup> <https://www.investopedia.com/facebook-stock-crashes-into-bear-market-territory-4800598>

<sup>15</sup> <https://www.cnbc.com/2020/05/20/facebook-shares-reach-all-time-high-after-announcing-online-shopping-feature.html>

<sup>16</sup> <https://www.investopedia.com/alphabet-stock-crashes-into-bear-market-territory-4800600>

Confrontando i titoli RTX e LMT usando sempre il grafico a figura 1 e utilizzando la funzione `.corr()` di pandas viene mostrata anche in questo caso una **forte correlazione positiva** di 0.836831 (figura 8).

	Raytheon Price	Lockheed Martin Price
Raytheon Price	1.000000	0.836831
Lockheed Martin Price	0.836831	1.000000

Figura 8: tabella con correlazione titoli RTX e LMT (metodo di Pearson)

### Note sui rendimenti di Raytheon (RTX)

Osservando il grafico in figura 6 relativamente ai rendimenti semplici di RTX, si nota come il nel tempo è stato molto fluido, troviamo **3** eventi notevoli.

Sul titolo RTX è stato più complicato la ricerca di notizie coerenti con il crollo del prezzo in quanto è notevolmente meno famoso rispetto a FB o GOOG, tuttavia relativamente al primo ed al secondo crollo si può assumere siano in relazione alla politica di export delle armi americane.

Il crollo più notevole è accaduto durante la crisi finanziaria del 2020, in base a un articolo<sup>17</sup> la motivazione del crollo è stata a causa della temporanea debolezza nel settore commerciale aerospaziale, causata dalla epidemia da COVID-19, si assume comunque che essendo una compagnia incentrata nel settore aerospaziale sarà comunque una migliore scelta rispetto alla competizione per il settore della difesa.

### Note sui rendimenti di Lockheed Martin (LMT)

Il titolo LMT ha subito variazioni molto meno significanti rispetto a RTX e gli altri titoli (come si può vedere dal grafico a figura 6), analizzando varie notizie nel web si identificano **2** eventi significativi.

Tra fine 2018 e l'inizio del 2019 si è registrato un crollo del 18.4% relativo allo stock LMT, in base ad un articolo<sup>18</sup> le cause del crollo sono molteplici, una delle cause identificate è una continua diminuzione del budget dalla casa bianca, una altra è la dimissione improvvisa del CFO<sup>19</sup> in quanto era ben visto dagli investitori per le sue abilità comunicative.

Il crollo più importante del prezzo è stato durante la crisi finanziaria del 2020, dopo il crollo nel primo trimestre tuttavia c'è stato un notevole recupero poco dopo messo poi a rischio verso ottobre a causa di problemi nella supply chain della produzione<sup>20</sup> causato dal tilt nelle fabbriche e nei trasporti.

Nello stesso articolo si evidenzia inoltre come la motivazione della instabilità verso la fine del 2020 sia anche causata da una incertezza politica, in quanto si assumeva che una vittoria democratica avrebbe tagliato il budget alla difesa, anche se il rischio di guerra nucleare dovrebbe evitare un crollo del titolo.

### 2.1.3 Titoli Bancari

Per i titoli BAC e JPM sono stati calcolati i rendimenti semplici netti (grafico a figura 9) e i rendimenti composti (grafico a figura 10) e posti a confronto anche per questi due titoli si nota una forte correlazione nei rendimenti.

Confrontando i titoli BAC e JPM usando il grafico a figura 1 e utilizzando la funzione `.corr()` di pandas viene mostrata una **forte correlazione positiva** di 0.909522 (figura 11).

### Note sui rendimenti di Bank of America (BAC)

Il titolo BAC ha in multiple occasioni dei sostanziali aumenti di prezzo ma anche dei crolli, identifichiamo almeno **5** eventi notevoli.

Nel primo trimestre del 2012 si nota un netto crollo del prezzo, facendo delle ricerche ho trovato un articolo<sup>21</sup> che spiega come BAC ha accettato di pagare 2.3 milioni di dollari agli investitori per patteggiare una causa legale per gli eventi legati alla crisi finanziaria del 2008. Essendo un periodo vicino al 2008 si assume anche che la alta volatilità si anche data dalla poca fiducia degli investitori in questo titolo.

<sup>17</sup><https://www.fool.com/investing/2020/07/02/heres-why-raytheon-technologies-shares-are-down-34.aspx>

<sup>18</sup><https://www.fool.com/investing/2019/01/11/heres-why-lockheed-martin-lost-184-in-2018.aspx>

<sup>19</sup>Chief Financial Officer, [https://en.wikipedia.org/wiki/Chief\\_financial\\_officer](https://en.wikipedia.org/wiki/Chief_financial_officer)

<sup>20</sup><https://www.investopedia.com/lockheed-martin-lmt-sells-off-despite-strong-quarter-5083204>

<sup>21</sup><https://www.reuters.com/article/uk-bofa-lawsuit-idUKBRE88R11X20120928>



Figura 9: Rendimenti semplici netti BAC e JPM



Figura 10: Rendimenti composti BAC e JPM

	Bank of America Price	JPMorgan Chase Price
Bank of America Price	1.000000	0.909522
JPMorgan Chase Price	0.909522	1.000000

Figura 11: tabella con correlazione titoli BAC e JPM (metodo di Pearson)

Nel 2016 si registra un altro periodo di instabilità per questo titolo, risultato poi verso la fine dell'anno con un aumento del 34% sul prezzo, secondo questo articolo<sup>22</sup> il declino del prezzo all'inizio dell'anno è stato a causa del crollo dei prezzi relativi all'energia, successivamente i prezzi del settore energetico ci hanno messo poco tempo a recuperare, tuttavia nonostante il recupero a metà anno il prezzo di BAC è comunque sceso, la causa della seconda declinazione dei prezzi, si può attribuire alla improvvisa decisione dell'Inghilterra di uscire dalla unione europea (brexit), che ha causato un momento di incertezza finanziaria, soprattutto con Bank of America in quanto a causa di brexit avrebbe dovuto spostare parte delle proprie operazioni in un altro paese europeo.

Verso la fine dell'anno poi c'è stata una crescita notevole e inaspettata del prezzo, secondo l'articolo questa crescita può essere stata a causa della vittoria del partito Repubblicano delle elezioni presidenziali, in quanto il candidato presidente aveva promesso la rimozione di regolatorie instaurate nel 2010 dal precedente Presidente.

Nel 2020 come per i titoli mostrati in precedenza c'è stato un grosso crollo del prezzo di BAC a causa della crisi finanziaria del 2020, secondo questo articolo<sup>23</sup> nonostante l'ottimismo del CEO riguardante il futuro recupero dal crollo, i mesi successivi sono rimasti altamente instabili e non hanno portato come per i titoli tecnologici a un aumento stabile.

### Note sui rendimenti di JPMorgan Chase (JPM)

Controllando i grafici relativi al prezzo e rendimenti, si può notare come il titolo JPM sia stato molto correlato con BAC, in quanto operano nello stesso settore e sono entrambi titoli finanziari.

Relativamente agli eventi del 2012 e 2016 si può assumere che gli stessi eventi di BAC abbiano causato il crollo sui rendimenti e quindi periodi di instabilità.

Relativamente alla crisi finanziaria del 2020, secondo questo articolo<sup>24</sup> oltre al crollo del prezzo a causa della epidemia, c'è stato un enorme movimento di 6.8 milioni di dollari alla riserva di credito della banca, movimento che si assume sia stato effettuato per proteggere la banca da un aumento di default relativi alle attività che hanno effettuato prestiti con JPM, questo movimento ha causato un ulteriore crollo del prezzo che si è propagato nei mesi successivi.

<sup>22</sup><https://www.fool.com/investing/2016/12/29/why-bank-of-americas-stock-climbed-34-in-2016.aspx>

<sup>23</sup><https://www.investopedia.com/bank-of-america-earnings-4770948>

<sup>24</sup><https://www.cnbc.com/2020/04/14/jpmorgan-chase-jpm-earnings-q1-2020.html>

## 2.2 Istogrammi sui rendimenti e dispersione

Per misurare la dispersione sui titoli ci torna utile il concetto di deviazione standard, grazie ad essa si può avere una idea della volatilità associata al titolo, un dato utile per effettuare investimenti e/o strategie di trading<sup>25</sup>.

### 2.2.1 Titoli tecnologici (Meta/Alphabet)

L'istogramma del rendimento relativo ai titoli GOOG e FB può essere visto a figura 12, mentre la distribuzione dei rendimenti si trova nel grafico in figura 13. Dai dati si evidenzia come la maggior parte dei rendimenti avviene tra 0.0 e 0.1, oltre al fatto che alphabet nel periodo di interesse ha avuto rendimenti più alti rispetto a Meta.

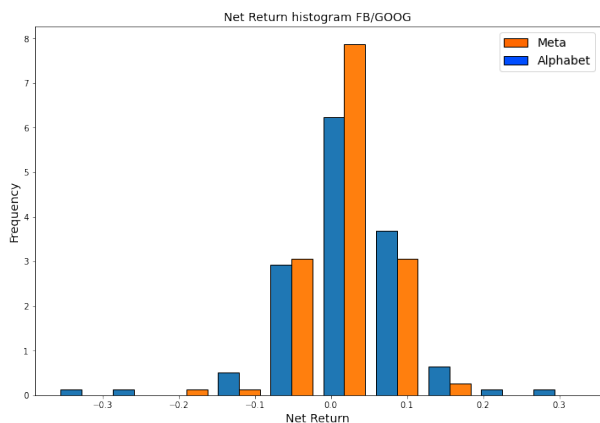


Figura 12: Istogramma rendimenti FB e GOOG

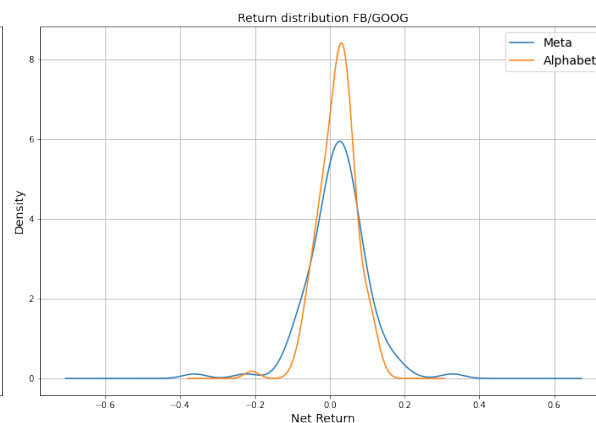


Figura 13: Distribuzione di FB e GOOG

Inoltre é stata calcolata grazie a *Pandas* la Deviazione Standard, dove il risultato si può vedere nella tabella a figura 14.

```
Deviazione Standard
Rendimenti Netti Meta      0.080678
Rendimenti Netti Alphabet  0.050795
dtype: float64
```

Figura 14: Deviazione Standard dei titoli FB e GOOG

### 2.2.2 Titoli militari (Raytheon/Lockheed Martin)

L'istogramma del rendimento relativo ai titoli RTX e LMT può essere visto nel grafico a figura 15, mentre la distribuzione dei rendimenti si trova nel grafico a figura 16.

Dai dati si evidenzia che i rendimenti si trovano per la maggior parte tra -0.05 e 0.5, Lockheed martin ha avuto rendimenti più alti rispetto a Raytheon.

Sempre con *pandas* è stata calcolata la Deviazione Standard, dove il risultato è riportato nella tabella a figura 17.

<sup>25</sup><https://www.investopedia.com/terms/s/standarddeviation.asp>



Figura 15: Istogramma rendimenti RTX e LMT

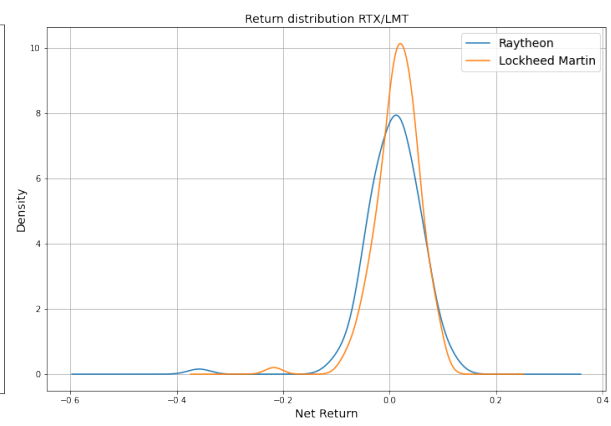


Figura 16: Distribuzione di RTX e LMT

Deviazione Standard

Rendimenti Netti Raytheon	0.055370
Rendimenti Netti Lockheed Martin	0.042682
dtype: float64	

Figura 17: Deviazione Standard dei titoli RTX e LMT

### 2.2.3 Titoli bancari (Bank of America/JPMorgan Chase)

L'istogramma per il rendimento dei titoli finanziari BAC e JPM si può vedere nel grafico nella figura 18, mentre la distribuzione dei rendimenti si può vedere nel grafico in figura 19.

Dai dati si evidenzia che i rendimenti si trovano per la maggior parte tra -0.01 e 0.1, Bank of America ha avuto rendimenti più alti rispetto a JPMorgan Chase.



Figura 18: Istogramma rendimenti BAC e JPM

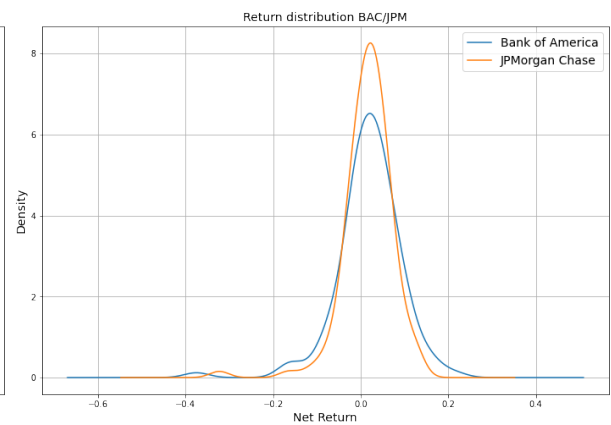


Figura 19: Distribuzione di BAC e JPM

Con *pandas* è stata calcolata la Deviazione Standard, dove il risultato è nella tabella a figura 20.



Deviazione Standard	
Rendimenti Netti Bank of America	0.072910
Rendimenti Netti JPMorgan Chase	0.056944
dtype: float64	

Figura 20: Deviazione Standard dei titoli BAC e JPM

## 2.3 Grafici diagnostici a 4 sezioni

Vengono mostrati per i titoli considerati la serie di 4 grafici diagnostici (Istogramma, kernel density, Q-Q plot e boxplot).

Questi grafici rappresentano 4 modi diversi per rappresentare la **Distribuzione Normale**, fondamentale per studiare la distribuzione sui rendimenti dei titoli.

Questi grafici ci permettono inoltre di identificare gli **outliers**, osservazioni che sono significativamente differenti dalla maggioranza, è fondamentale prima di lavorare con algoritmi di machine learning identificare tali outliers in quanto possono influenzare i risultati portando a risultati incorretti o con bias.

### 2.3.1 Grafici Diagnostici per Meta Platforms, Inc. (FB)

Per Meta, possiamo trovare i grafici alla figura 21, si può notare come i rendimenti sono distribuiti normalmente e simmetricamente, Si notano inoltre degli outliers: due tra 0.2 e 0.35 e due tra -0.2 e -0.4.



Figura 21: Grafici diagnostici per Meta (FB)

### 2.3.2 Grafici Diagnostici per Alphabet Inc. (GOOG)

Per Alphabet, possiamo trovare i grafici alla figura 22, possiamo notare anche qui che i rendimenti sono distribuiti normalmente, con una notevole inclinazione positiva rispetto a FB, Anche per questo titolo si nota un outliers: tra  $-0.20$  e  $-0.25$ .

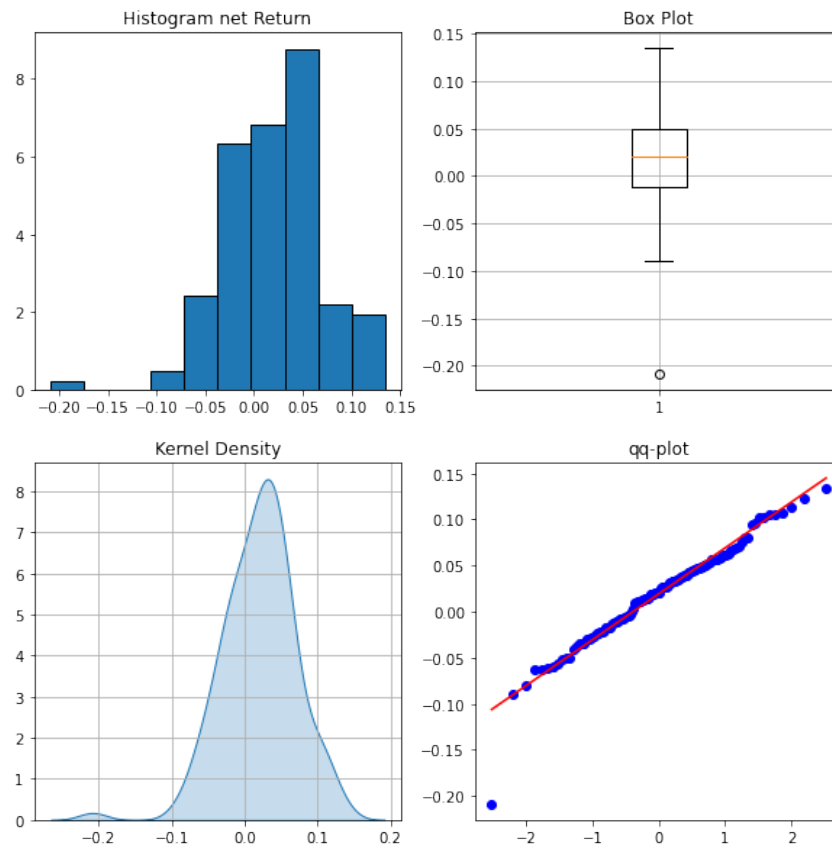


Figura 22: Grafici diagnostici per Alphabet (GOOG)

### 2.3.3 Grafici Diagnostici per Raytheon Technologies Corporation. (RTX)

Per Raytheon, i grafici si trovano alla figura 23, possiamo notare che qui i rendimenti sono distribuiti normalmente e simmetricamente. Per questo titolo troviamo un outliers: tra  $-0.35$  e  $-0.4$ .



Figura 23: Grafici diagnostici per Raytheon (RTX)

### 2.3.4 Grafici Diagnostici per Lockheed Martin Corporation. (LMT)

Per Lockheed Martin, i grafici si trovano alla figura 24, anche qui i rendimenti sono distribuiti normalmente e in maniera simmetrica (la curva è più translata verso destra). Per questo titoli abbiamo tre outliers: due tra  $-0.05$  e  $-0.10$ , e uno tra  $-0.20$  e  $-0.25$ .

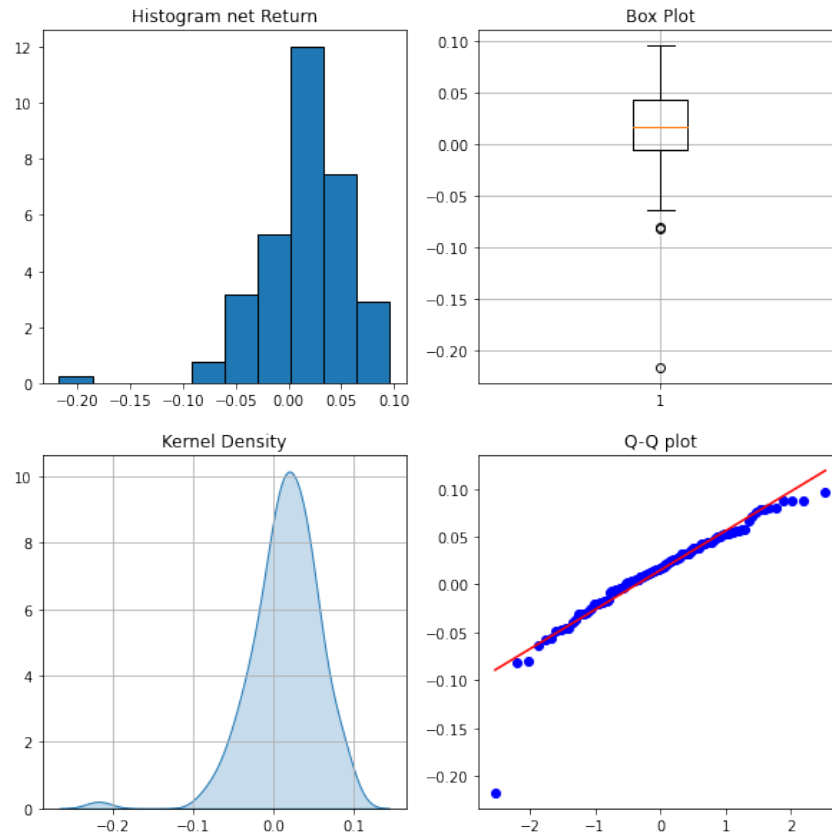


Figura 24: Grafici diagnostici per Lockheed Martin (LMT)

### 2.3.5 Grafici Diagnostici per Bank of America. (BAC)

Per Bank of America, i grafici diagnostici sono alla figura 25, anche qui sono distribuiti generalmente normalmente e simmetricamente. Per BAC abbiamo numerosi outliers: tre tra 0.15 e 0.25, quattro o più tra -0.1 e -0.2 e uno tra -0.35 e -0.4.

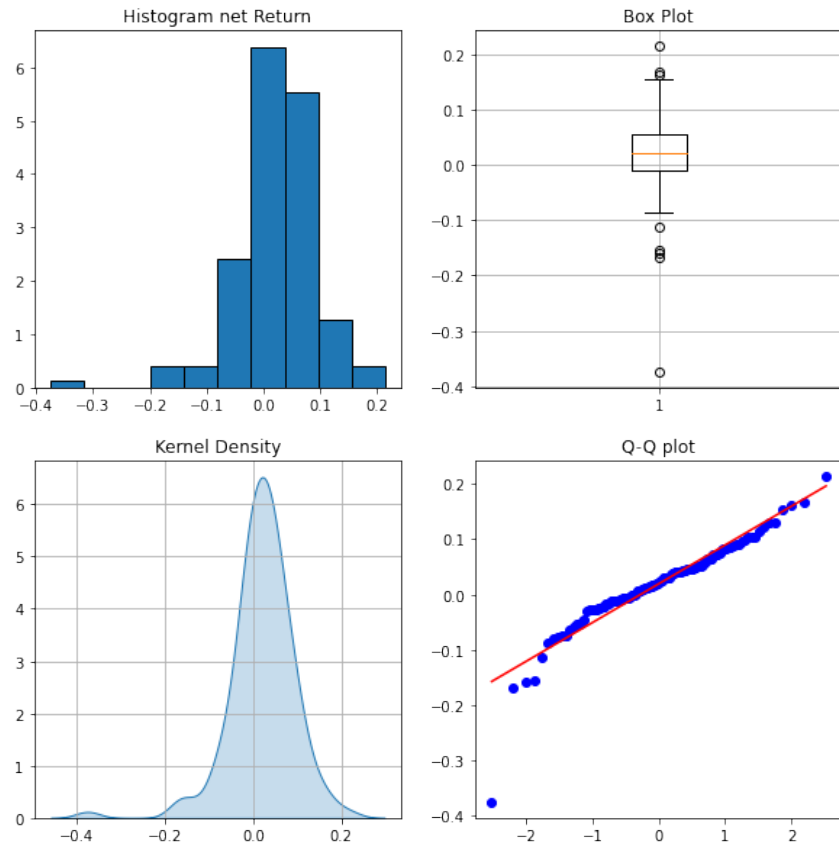


Figura 25: Grafici diagnostici per Bank of America (BAC)

### 2.3.6 Grafici Diagnostici per JPMorgan Chase. (JPM)

Per JPMorgan Chase, troviamo i grafici diagnostici alla figura 26, la distribuzione è anche qui normale e leggermente inclinata verso destra. Per questo titolo abbiamo 3 outliers: due tra  $-0.1$  e  $-0.2$  e uno tra  $-0.3$  e  $-0.35$ .

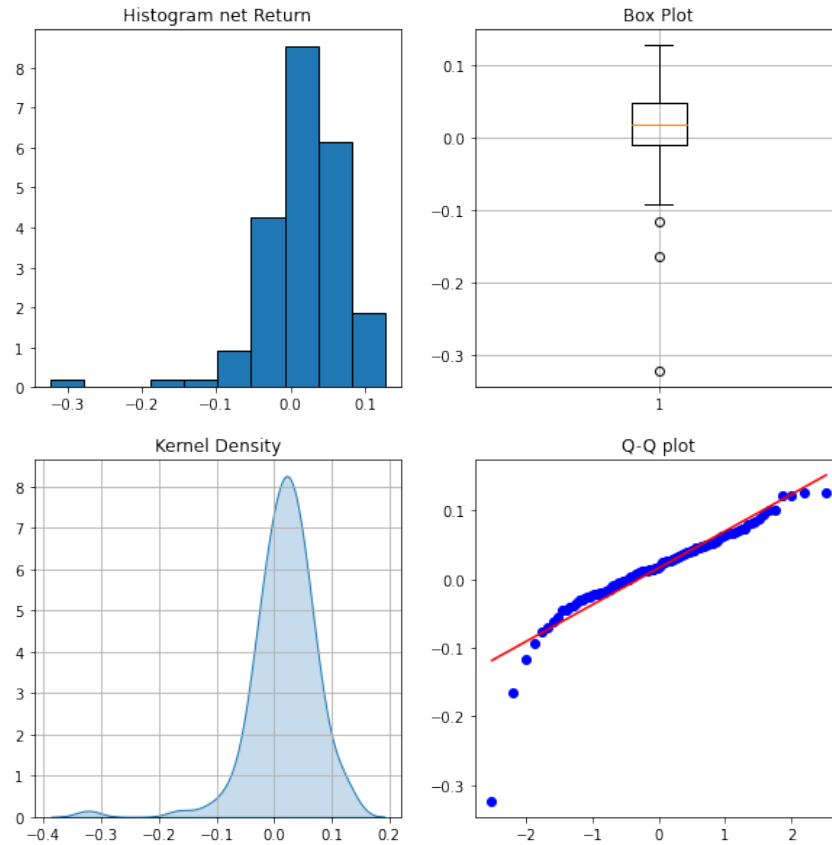


Figura 26: Grafici diagnostici per JPMorgan Chase (JPM)

## 2.4 Statistiche descrittive univariate

Per ogni serie di rendimenti sono state considerate le seguenti statistiche univariate: media, varianza, deviazione standard, asimmetria e curtosi.

Tali statistiche univariate servono per [TODO]

### Statistiche per Meta (FB)

Per Meta identifichiamo una volatilità del 36.44%, i grafici e la tabella sono a figura 27 e 28.

	Media	Varianza	Deviazione Standard	Asimmetria	Curtosi
Adj Close	0.0207	0.0065	0.0807	-0.5917	5.5871

Figura 27: Statistiche univariate per Meta (FB)



Figura 28: Grafico volatilità di Meta (FB)

### Statistiche per Alphabet (GOOG)

Per Alphabet identifichiamo una volatilità del 25.11%, i grafici e la tabella sono a figura 29 e 30.

	Media	Varianza	Deviazione Standard	Asimmetria	Curtosi
Adj Close	0.0192	0.0025	0.0501	-0.6988	2.6747

Figura 29: Statistiche univariate per Alphabet (GOOG)



Figura 30: Grafico volatilità di Alphabet (GOOG)

### Statistiche per Raytheon (RTX)

Per Raytheon identifichiamo una volatilità del 25.49%, i grafici e la tabella sono a figura 31 e 32.

	Media	Varianza	Deviazione Standard	Asimmetria	Curtosi
Adj Close	0.0072	0.0031	0.0554	-2.3533	14.7837

Figura 31: Statistiche univariate per Raytheon (RTX)



Figura 32: Grafico volatilità di Raytheon (RTX)

### Statistiche per Lockheed Martin (LMT)

Per Lockheed Martin identifichiamo una volatilità del 21.1%, i grafici e la tabella sono a figura 33 e 34.

	Media	Varianza	Deviazione Standard	Asimmetria	Curtosi
Adj Close	0.0148	0.0018	0.0427	-1.4478	6.3315

Figura 33: Statistiche univariate per Lockheed Martin (LMT)



Figura 34: Grafico volatilità di Lockheed Martin (LMT)



## Statistiche per Bank of America (BAC)

Per Bank of America identifichiamo una volatilità del 31.74%, i grafici e la tabella sono a figura 35 e 36.

	Media	Varianza	Deviazione Standard	Asimmetria	Curtosi
Adj Close	0.0194	0.0053	0.0729	-1.3789	6.9176

Figura 35: Statistiche univariate per Bank of America (BAC)

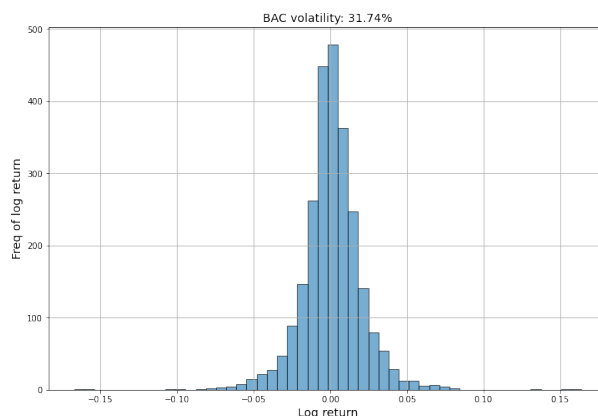


Figura 36: Grafico volatilità di Bank of America (BAC)

## Statistiche per JPMorgan Chase (JPM)

Per JPMorgan Chase identifichiamo una volatilità del 27.04%, i grafici e la tabella sono a figura 37 e 38.

	Media	Varianza	Deviazione Standard	Asimmetria	Curtosi
Adj Close	0.0166	0.0032	0.0569	-1.9897	10.3171

Figura 37: Statistiche univariate per JPMorgan Chase (JPM)

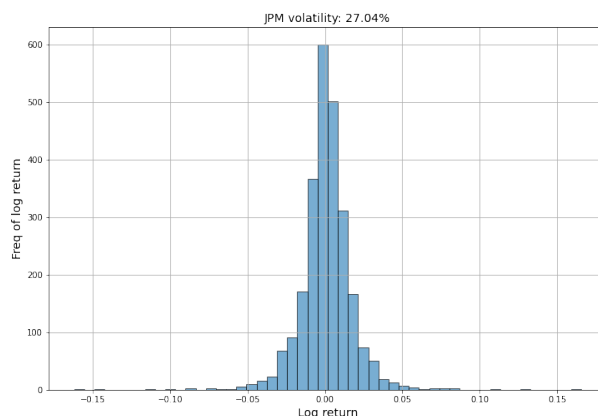


Figura 38: Grafico volatilità di JPMorgan Chase (JPM)

## Note sulle statistiche presentate qui sopra

Basandosi sulle statistiche descrittive univariate presentate qui sopra possiamo concludere che:

- Utilizzando la **media** si è notato che, **Meta (FB)** e **Bank of America (BAC)** hanno il rendimento più alto, mentre **Raytheon (RTX)** e **Lockheed Martin (LMT)** hanno il rendimento più basso.
- Il titolo **Meta (FB)** ha una distribuzione dei rendimenti più vicina alla distribuzione normale, mentre **Raytheon (RTX)** è più lontano dalla normale.
- La volatilità più alta è stata riscontrata tra le azioni di **Meta (FB)** e **Bank of America (BAC)**, invece la più bassa tra **Lockheed Martin (LMT)** e **Alphabet (GOOG)**.
- La deviazione standard più bassa (indice di rischio per un asset) la hanno **Lockheed Martin (LMT)** e **Alphabet (GOOG)**, mentre quella più alta la hanno **Meta (FB)** e **Bank of America (BAC)**.

## 2.5 Matrice di varianze/covarianze dei rendimenti

La matrice di varianze/covarianze è una particolare matrice dove sulla diagonale abbiamo la varianza del relativo titoli e nelle altre posizioni abbiamo il valore di covarianza della coppia di titoli, questa matrice ci permette quindi di osservare questi due valori in una sola matrice.

**Covarianza:** La covarianza  $cov$  è una misura che rappresenta come si muove la media di due variabili aleatorie. Nella finanza è utilizzata per determinare la relazione direzionale tra i rendimenti di due asset, una covarianza positiva indica che i rendimenti dei due asset si muovono insieme mentre una covarianza negativa indica che si muovono inversamente.

$$cov(x, y) = \frac{(x_i - x_m) \cdot (y_i - y_m)}{n - 1}$$

dove

$x_i$  = Rendimento i-esimo del titolo X

$x_m$  = La media del titolo X del dataset

$y_i$  = Rendimento i-esimo del titolo Y

$y_m$  = La media del titolo Y del dataset

**Varianza:** La varianza  $\sigma^2$  è una misura statistica utilizzata per determinare la distanza dei numeri dalla loro media in un dataset, in finanza è utilizzata per determinare la volatilità di un asset.

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} = cov(x, x)$$

$$mat_{var/cov} = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & cov(1, 2) & \cdots & cov(1, j) \\ cov(2, 1) & \sigma_2^2 & \cdots & cov(2, j) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ cov(i, 1) & cov(i, 2) & \cdots & \sigma_i^2 \end{bmatrix}$$

	BAC	FB	GOOG	JPM	LMT	RTX
BAC	3.822654	1.275829	1.315323	2.887410	1.123326	1.861807
FB	1.275829	5.347862	1.843259	1.093739	0.780299	0.956870
GOOG	1.315323	1.843259	2.536485	1.147189	0.775151	1.099412
JPM	2.887410	1.093739	1.147189	2.790345	1.057372	1.725901
LMT	1.123326	0.780299	0.775151	1.057372	1.799854	1.207929
RTX	1.861807	0.956870	1.099412	1.725901	1.207929	2.616264

Figura 39: Matrice di Varianza/Covarianza su tutti i titoli

Considerando la tabella in figura 39, si può notare come JPM e BAC hanno un valore di Covarianza relativamente alto del 2.88%. Tale valore indica uno stesso comportamento in caso di aumento del prezzo o crollo, questa considerazione implica un maggior rischio nel nostro portfolio.

Si nota inoltre che GOOG e LMT hanno una covarianza del 0.77%, questo valore più vicino allo zero rispetto alle altre coppie implica un minor rischio nel portfolio tra questi due titoli.

## 2.6 Matrice di correlazione dei rendimenti

La matrice di correlazione dei rendimenti ci permette di osservare per ogni coppia di titoli il valore di correlazione sui rendimenti.

**Correlazione:** La correlazione  $r$  è un termine statistico che descrive il grado di coordinazione tra due variabili, se le due variabili si muovono nella stessa direzione la coordinazione è positiva, se si muovono in direzione opposta allora è negativa.

Il valore massimo è 1.0 mentre quello minimo è -1.0, quando ci avviciniamo agli estremi, si dice che la correlazione è **forte**, altrimenti se il valore è vicino allo zero si parla di correlazione **bassa** (o non esistente).

$$r = \frac{n \cdot (\sum(X, Y) - (\sum(X) \cdot \sum(Y)))}{\sqrt{(n \cdot \sum(X^2) - \sum(X)^2) \cdot (n \cdot \sum(Y^2) - \sum(Y)^2)}}$$

dove

$r$  = Coefficiente di correlazione

$n$  = Numero di osservazioni

Nel caso dei titoli finanziari la correlazione è un valore importante in quanto ci permette di effettuare predizioni sui trend futuri e quindi gestire il rischio del nostro portfolio.

	BAC	FB	GOOG	JPM	LMT	RTX
BAC	1.000000	0.282176	0.422409	0.884091	0.428257	0.588724
FB	0.282176	1.000000	0.500472	0.283136	0.251509	0.255813
GOOG	0.422409	0.500472	1.000000	0.431211	0.362786	0.426780
JPM	0.884091	0.283136	0.431211	1.000000	0.471824	0.638773
LMT	0.428257	0.251509	0.362786	0.471824	1.000000	0.556649
RTX	0.588724	0.255813	0.426780	0.638773	0.556649	1.000000

Figura 40: Matrice di correlazione sui rendimenti

Dalla matrice di correlazione a figura 40 notiamo che i titoli più correlati sono JPM e BAC con un valore di correlazione pari a 0.88. I titoli meno correlati sono invece FB e LMT con un valore di correlazione pari a 0.251.

## 2.7 Grafico sulla correlazione dei titoli nel tempo e scatter plot

### 2.7.1 Titoli tecnologici FB/GOOG

Date	FB	GOOG
2020-01-31	0.072747	0.071436
2020-02-29	-0.042180	0.019112
2020-03-31	-0.201236	-0.188317
2020-04-30	0.067908	0.038494
2020-05-31	0.223418	0.119090
2020-06-30	0.071565	0.036155
2020-07-31	0.030879	0.057668
2020-08-31	0.123631	0.021388
2020-09-30	-0.008311	-0.017718
2020-10-31	0.012114	0.018619
2020-11-30	0.024188	0.130280
2020-12-31	0.000812	0.013687

Figura 41: Ritorni logaritmici mensili di FB/GOOG per l'anno 2020

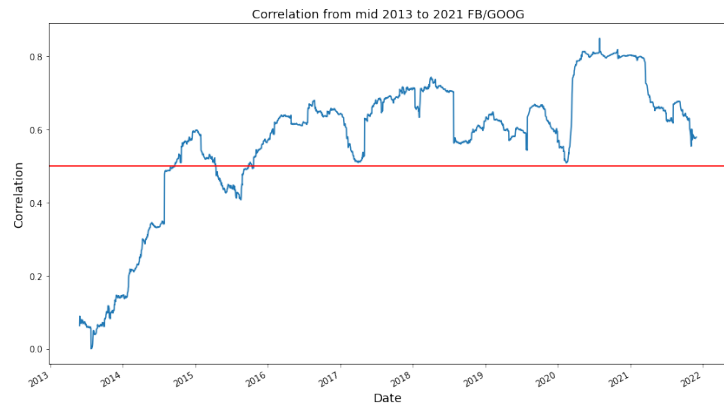


Figura 42: Correlazione nel tempo di FB/GOOG

Dal grafico in figura 42 si evince che c'è sempre stata tra i due titoli una correlazione positiva, dopo il 2015 viene mostrato come la correlazione supera 0.5 e per tutta la durata successiva rimane oltre questo valore. La tabella a figura 41 la forte correlazione in quanto in tutto l'anno i rendimenti hanno avuto lo stesso andamento.

Lo scatter plot a figura 42 evidenzia e conferma la forte correlazione tra i due titoli (seppur ci sono alcuni punti lontani dal centro).



Figura 43: Dispersione rendimenti FB/GOOG

## 2.7.2 Titoli militari RTX/LMT

	LMT	RTX
Date		
2017-01-31	-0.004217	0.011036
2017-02-28	0.026029	0.008094
2017-03-31	0.035454	0.012663
2017-04-30	0.004365	0.017049
2017-05-31	0.015709	0.061372
2017-06-30	0.026246	0.004578
2017-07-31	0.027679	0.006915
2017-08-31	0.052033	-0.033448
2017-09-30	0.015584	-0.034925
2017-10-31	0.032425	0.051791
2017-11-30	-0.004186	-0.000643
2017-12-31	0.017443	0.054748

Figura 44: Ritorni logaritmici mensili di RTX/LMT per l'anno 2017



Figura 45: Correlazione nel tempo di RTX/LMT

Dal grafico in figura 45 viene mostrato come ci sono stati nel tempo momenti di correlazione alta, e momenti dove c'è stato un crollo nella correlazione, nel dettaglio fino al 2016 la correlazione è rimasta stabile tra 0.55 e 0.65, dal 2016 c'è stato un notevole crollo che ha permesso raggiungere valori di correlazione inferiori a 0.4, verso il 2018 la correlazione è ritornata ai valori prima del crollo, con addirittura uno spike poco dopo il 2020, presumibilmente a causa delle crisi finanziaria del 2020.

Nella tabella a figura 44 vengono mostrati i rendimenti logaritmici per l'anno 2017, si può notare come siano nettamente meno simili i rendimenti tra i due titoli, a figura 46 viene mostrato invece i rendimenti per l'anno 2020, in questo caso si nota come i rendimenti sono più "vicini".

Lo scatter plot a figura 47 dimostra come la correlazione sia più debole rispetto ai titoli precedenti.

	LMT	RTX
Date		
2020-01-31	0.092100	0.033832
2020-02-29	0.004387	-0.021824
2020-03-31	-0.195262	-0.300745
2020-04-30	0.100500	-0.053140
2020-05-31	0.007897	-0.041124
2020-06-30	0.025524	0.113340
2020-07-31	-0.038608	-0.070383
2020-08-31	0.055741	0.012215
2020-09-30	0.002273	-0.019823
2020-10-31	-0.030346	-0.014668
2020-11-30	-0.015057	0.127738
2020-12-31	-0.029530	0.079163

Figura 46: Ritorni logaritmici mensili di RTX/LMT per l'anno 2020

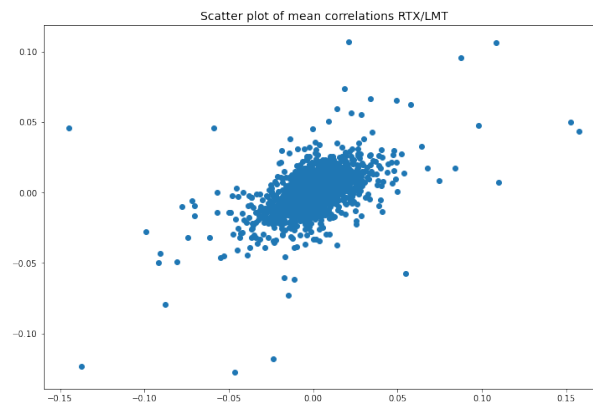


Figura 47: Dispersione rendimenti RTX/LMT

### 2.7.3 Titoli bancari BAC/JPM

	BAC	JPM
Date		
2020-01-31	-0.001261	0.008060
2020-02-29	-0.026479	-0.019927
2020-03-31	-0.312586	-0.275772
2020-04-30	-0.013475	-0.039523
2020-05-31	0.018518	-0.005196
2020-06-30	0.110186	0.099117
2020-07-31	-0.051169	-0.029457
2020-08-31	0.076336	0.031229
2020-09-30	-0.029254	-0.014791
2020-10-31	-0.021067	0.026514
2020-11-30	0.100144	0.134992
2020-12-31	0.096068	0.076549

Figura 48: Ritorni logaritmici mensili di BAC/JPM per l'anno 2020

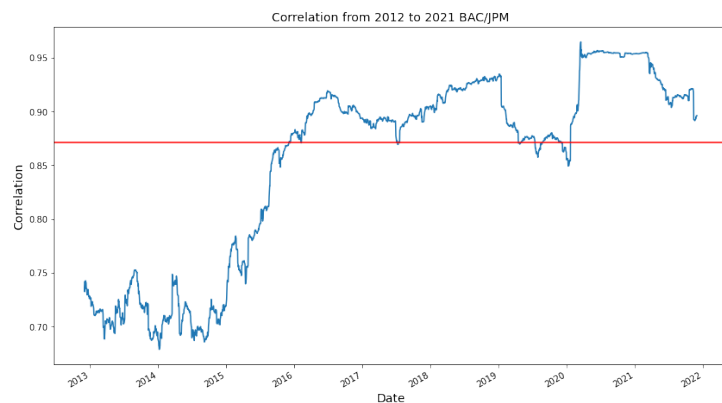


Figura 49: Correlazione nel tempo di BAC/JPM

Dal grafico a figura 49 si nota come la correlazione tra i due titoli sia sempre stata piuttosto alta, con valori mai sotto 0.6. Dal 2015 viene evidenziato una notevole crescita nella correlazione che dopo il 2016 non raggiungerà valori inferiori a 0.85.

Dallo scatter plot mostrato a figura 50 viene confermata la forte correlazione.



Figura 50: Dispersione rendimenti BAC/JPM

### 3 Analisi di previsione

Per la costruzione del modello di previsione ho deciso di utilizzare il modello di analisi statistica chiamato **ARIMA**<sup>26</sup> (**AutoRegressive Integrated Moving Average**). Questo modello utilizza i dati delle serie temporali per permettere di capire meglio il dataset e per effettuare predizioni su trend futuri.

Questo sistema è una forma di *analisi di regressione* che calcola la forza di una variabile aleatoria indipendente relativamente ai cambiamenti di altre variabili. L'obiettivo di questo modello è di effettuare predizioni sul futuro delle securities esaminando le differenze tra i valori nelle serie temporali invece di utilizzare valori attuali.

Possiamo evidenziare le componenti fondamentali di ARIMA scomponendo il suo acronimo:

- *Autoregression (AR)*: Si riferisce ad un modello che mostra una variabile che cambia in base alla regressione del suo passato o dei suoi valori precedenti.
- *Integrated (I)*: Rappresenta la differenziazione di osservazioni grezze per permettere alla serie temporale di diventare stazionaria. (permettendo la applicazione della auto regressione e media mobile *ARMA*).
- *Moving average (MA)*: Incorpora la dipendenza tra una osservazione ed l'errore residuo dai modelli di media mobile applicato alle osservazioni passate.

Nel modello ARIMA ogni componente visto qui sopra funziona come parametro avente una notazione standard, un esempio di notazione standard sarebbe ARIMA con  $p, d$  e  $q$ , dove valori interi sostituiscono i parametri per indicare la tipologia del modello ARIMA utilizzato. I parametri possono essere definiti come:

- $p$ : Il numero di osservazioni passate nel modello.
- $d$ : Il numero di volte che le osservazioni grezze sono state differenziate, chiamato anche grado di differenziazione.
- $q$ : la dimensione della finestra relativa alla media mobile, chiamato anche ordine della media mobile.

Impostando i parametri visti qui sopra possiamo ottenere dei *casi particolari*, utili per le analisi:

- ARIMA(0, 0, 0): Rumore bianco.
- ARIMA(0, 1, 0) senza costante: Passeggiata aleatoria<sup>27</sup>.
- ARIMA( $p$ , 0,  $q$ ): ARMA( $p$ ,  $q$ ).
- ARIMA( $p$ , 0, 0): modello AR( $p$ ).
- ARIMA(0, 0,  $q$ ): modello MA( $q$ ).

<sup>26</sup><https://www.investopedia.com/terms/a/autoregressive-integrated-moving-average-arima.asp>

<sup>27</sup>Serie con passi in direzioni casuali, [https://it.wikipedia.org/wiki/Passeggiata\\_aleatoria](https://it.wikipedia.org/wiki/Passeggiata_aleatoria)

- ARIMA(0, 1, 2): modello "smorzato" di Holt.<sup>28</sup>
- ARIMA(0, 1, 1): senza costante: modello SES.
- ARIMA(0, 2, 2): metodo lineare di Holt<sup>28</sup>, con errori aggiuntivi.

Una delle più note debolezze del modello ARIMA nel contesto finanziario è la inability di catturare il clustering della volatilità che si osserva nella maggior parte degli asset finanziari.

Per questo progetto al fine di identificare i parametri migliori  $p, d$  e  $q$  da applicare è stata utilizzata la libreria *pmdarima*<sup>29</sup>, che grazie alla funzione `auto_arima` mediante una ricerca a griglia riesce a trovare valori che minimizzano il valore AIC<sup>30</sup>.

### 3.1 Modello di previsione per Meta (FB)

Per Meta, è stato identificato come valore dei parametri migliore  $p = 3, d = 1, q = 1$  con un errore AIC pari a 1836.767 (figura x).

## Riferimenti bibliografici

- [Arr14] Argimiro Arratia. *Computational finance: An introductory course with R*. Atlantis Press, 2014.
- [Lew20] Eryk Lewinson. *Python for finance cookbook: Over 50 recipes for applying modern python libraries to financial data analysis*. Packt Publishing Ltd., 2020.
- [MDV21] Mieszko Mazur, Man Dang, and Miguel Vega. Covid-19 and the march 2020 stock market crash. evidence from s&p1500. *Finance Research Letters*, 38:101690, 2021.

---

<sup>28</sup><https://otexts.com/fpp3/holt.html>

<sup>29</sup><http://alkaline-ml.com/pmdarima/1.8.3/about.html>

<sup>30</sup>Stimatore per gli errori di previsione, [https://en.wikipedia.org/wiki/Akaike\\_information\\_criterion](https://en.wikipedia.org/wiki/Akaike_information_criterion)