

UNIVERSITÁ DEGLI STUDI MILANO-BICOCCA

Corso di laurea in Informatica



Business Intelligence per i Servizi Finanziari

A.A. 2021/2022

Report di:

Davide Grandesso 852078

Sommario

1. Dati utilizzati	3
1.1 Settore Tecnologico	3
1.1.1 Amazon	3
1.1.2 Google	4
1.2 Settore Automobilistico	4
1.2.1 Stellantis	5
1.2.2 Toyota	5
1.3 Settore Medico-Farmaceutico	6
1.3.1 Pfizer	6
1.3.2 Novavax	7
1.4 Funzioni per importare i dati	7
1.4.1 pandas_datareader	7
1.4.2 read_csv	7
1.5 Unione dei dati	8
2 Statistiche descrittive	9
2.1 Rendimenti semplici e composti	9
2.1.1 Rendimenti semplici	9
2.1.2 Rendimenti composti	10
2.1.3 Correlazioni	10
2.2 Iistogrammi dei rendimenti	11
2.3 Grafici diagnostici a 4 sezioni (istogramma, kernel density, boxplot, qq-plot)	12
2.4 Statistiche descrittive univariate (media, varianza, deviazione standard, asimmetria, curtosì)	13
2.4.1 Quali azioni hanno il rendimento più basso e più alto?	14
2.4.2 Quali azioni hanno la deviazione standard più alta o più bassa?	14
2.4.3 Come si evolvono nel tempo rendimento e volatilità?	14
2.4.4 Quale azione ha la distribuzione di rendimenti più vicina o lontana dalla normale?	15
2.5 Matrice varianze/covarianze	16
2.6 Matrice delle correlazioni	18
2.7 Scatter plot	19
3 Analisi di previsione	20
3.1 ARIMA	20

3.2	SVM e Regressione lineare	22
4	Stategie di trading e backtesting	24
4.1	medie mobili semplici ed esponenziali (MACD)	24
4.2	On-balance volume (OBV)	26
5	CAPM	27
5.1	Calcolo del Beta	27
5.2	Rendimenti attesi	28
5.3	Fama-French	29
6	Costruzione di portafoglio	31
6.1	Metodo di simulazione	31
6.2	Metodo Analitico	32
6.3	Portafoglio effettivo	33
6.4	Beta	34
6.5	Confronto dei portafogli	35
7	Conclusioni	36

1. Dati utilizzati

1.1 Settore Tecnologico

Il settore tecnologico negli ultimi decenni ha avuto una crescita esponenziale che ha interessato molto gli investitori, i quali capiscono che le potenzialità di sviluppo non sono ancora terminate e continueranno ad entrare sempre più nelle nostre vite sia dal punto di vista lavorativo che dal punto di vista sociale.

Le società appartenenti a questo settore producono hardware e/o software che al giorno d'oggi ci permettono di vivere il mondo del digitale con una fruibilità sempre più semplice per esempio anche solo dal palmo della nostra mano.

L'andamento di questo settore è sempre molto influenzato dalle notizie su un nuovo prodotto, un nuovo servizio ma anche da eventuali problematiche

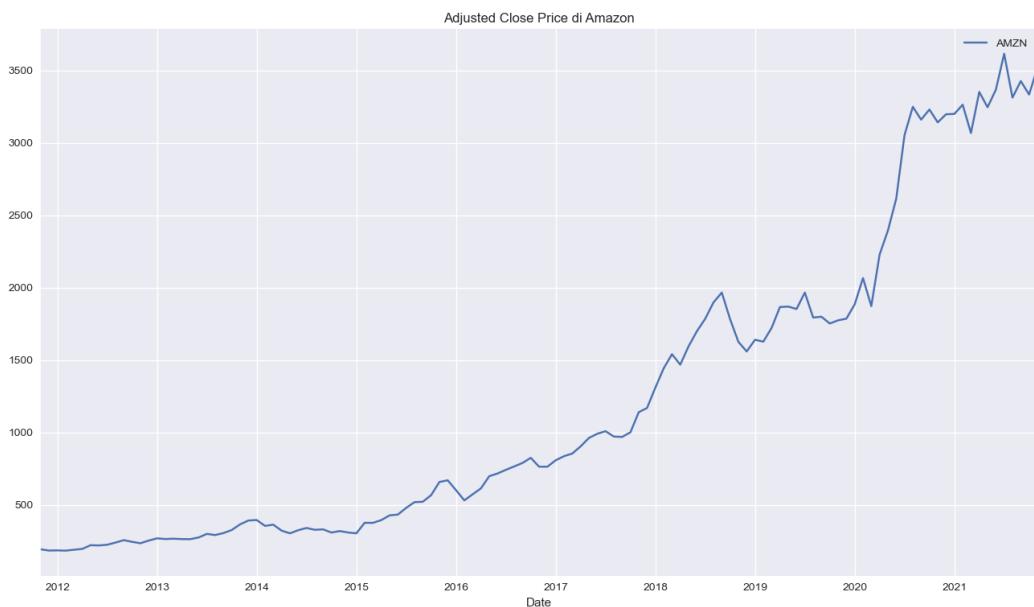
1.1.1 Amazon

Amazon è una azienda di commercio elettronico statunitense, tra le prime nella classifica come valore di capitale. ([Wikipedia](#))

La pandemia ha fatto crescere molto l'interesse nei loro confronti dato che per diverso tempo svariate persone hanno visto il loro sito come un modo per poter continuare a fare acquisti, comprare un prodotto da loro è diventato per molti una garanzia nel mondo degli acquisti online e una grandissima comodità la ridottissima attesa delle spedizioni.

È una società in costante crescita ed i suoi guadagni non arrivano soltanto dall'e-commerce ma anche e soprattutto dalla vendita dei servizi di fruizione di contenuti multimediali e servizi come AWS.

Nel 2018 secondo la classifica di Bloomberg Amazon è l'azienda che investito maggiormente in ricerca spendendo circa 28,8 miliardi di dollari. ([Fonte](#))

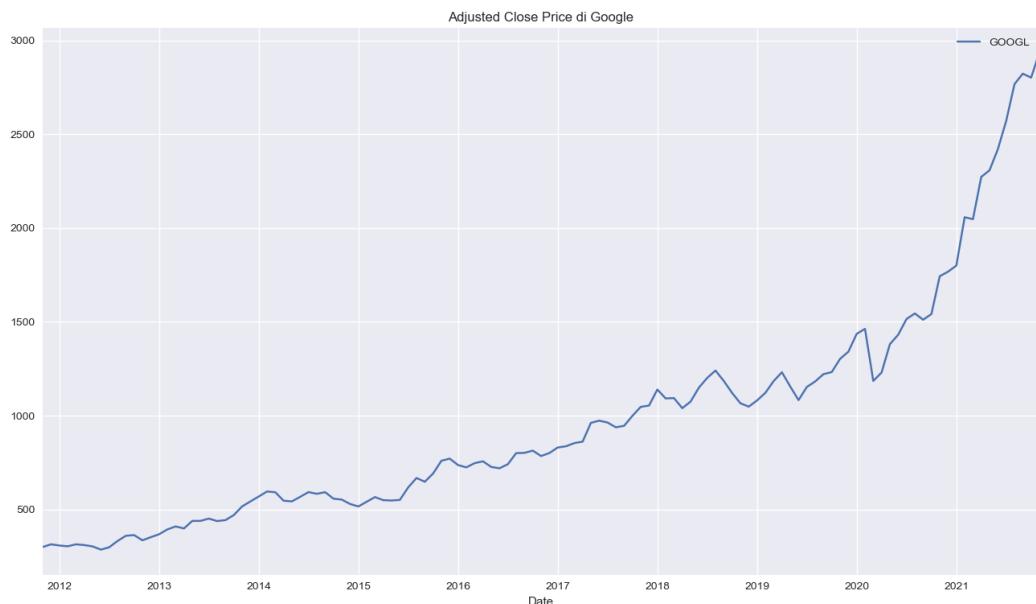


1.1.2 Google

Google LLC è un'azienda statunitense che offre servizi online, è una delle società più importanti aziende informatiche statunitensi, nonché una delle più grandi aziende a livello globale con capitalizzazione azionaria di più di un milione di dollari.

Tra la grande quantità di prodotti e servizi offerti troviamo il motore di ricerca Google, il sistema operativo Android, il sistema operativo Chrome OS e servizi web quali YouTube, Gmail, Play Store, Google Maps e molti altri. ([Wikipedia](#))

È una delle aziende che avuto più impatto sulle nostre vite non solo per il motore di ricerca, che è anche il sito più visitato al mondo, ma anche per gli innumerevoli servizi che ci permettono di fare qualunque cosa e che sono sempre in costante miglioramento sia dal punto di vista della sicurezza che dal punto di vista delle funzionalità offerte che sono molto spesso fruibili gratuitamente.



1.2 Settore Automobilistico

Il settore automobilistico è stato tra i più penalizzati dalla crisi Covid che ha diminuito drasticamente la vendita durante il primo lockdown, nel corso dell'ultimo anno la catena di produzione delle case automobilistiche è notevolmente rallentata a causa del calo delle forniture dei semiconduttori.

Le auto presentate nell'ultimo hanno avuto una crescita tecnologica considerevole che ha portato ad una guida più confortevole e sicura. Ora il mercato, e diverse nazioni, stanno chiedendo alle compagnie automobilistiche una svolta "green", non è un caso che [l'interesse verso l'argomento dei veicoli ibridi](#) è in costante crescita. Questo cambiamento vuol dire chiedere a diverse aziende di aggiornare il loro modo di progettare i propri veicoli, quindi investire sulla ricerca e sulla progettazione di nuove vetture e fare accordi strategici con altre società.

1.2.1 Stellantis

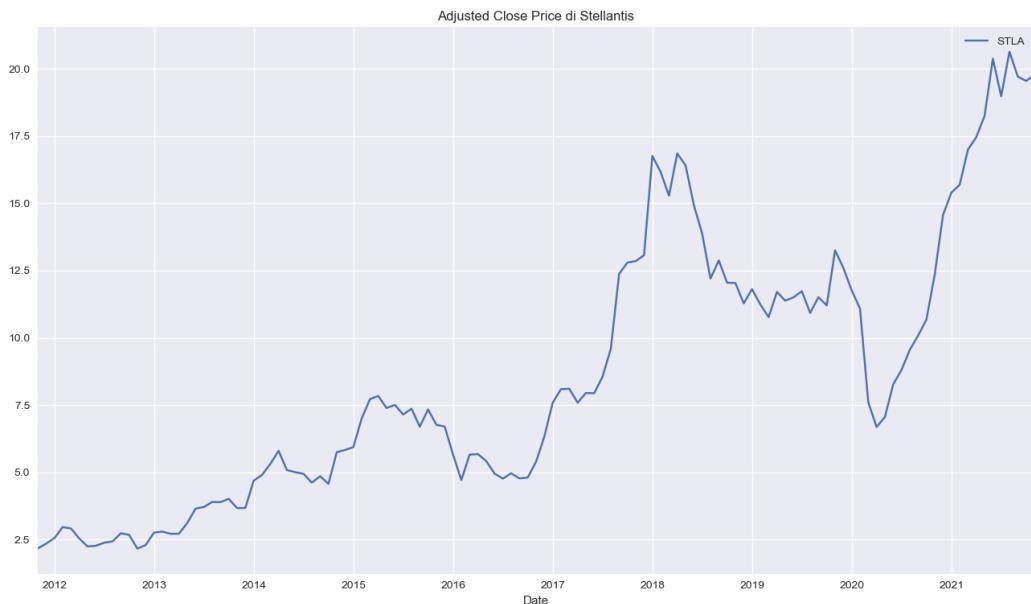
Stellantis N.V è una società di controllo multinazionale di diritto olandese produttrice di autoveicoli. Nata dalla fusione tra i gruppi PSA e Fiat Chrysler Automobile, due colossi dell'automotive, tra loro complementari per molti aspetti.

Stellantis controlla quattordici marchi automobilistici: Abarth, Alfa Romeo, Chrysler, Citroën, Dodge, DS Automobiles, FIAT, Jeep, Lancia, Maserati, Opel, Peugeot, Ram Trucks e Vauxhall.

Le due società sono geograficamente ben distribuite per via della capillare presenza di FCA sui mercati americani e di PSA sui mercati orientali, tra tutti quello cinese, ed una sovrapposizione in Europa, garantendo quindi una copertura a livello globale. ([Wikipedia](#))

La fusione dei due gruppi ha portato benefici alle case automobilistiche anche dal punto di vista della progettazione di nuove vetture, con l'obiettivo di rilanciare marchi come Lancia ma soprattutto con lo scopo di produrre auto sempre più "green"

Il ticker di Stellantis "STLA" ha preso il posto del ticker di Fiat Chrysler Automobiles "FCA"



1.2.2 Toyota

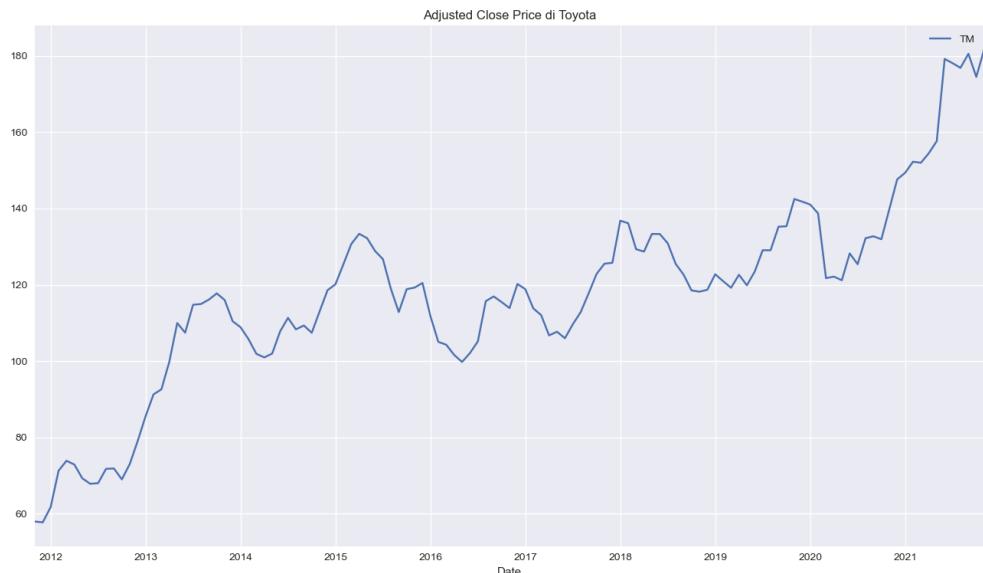
La Toyota Motor Corporation è una multinazionale giapponese che produce autoveicoli.

Si tratta della maggiore società automobilistica del Giappone, con una produzione stimata in circa nove milioni di veicoli l'anno. La società domina il mercato giapponese con circa il 40% delle nuove auto registrate nel 2004, e gode di una consistente fetta di mercato sia in Europa sia negli Stati Uniti. Ha quote di mercato significative anche in diversi paesi del sud-est asiatico.

L'azienda produce una grande varietà di veicoli generalmente stimati per qualità dei materiali e buona progettazione.

Nel corso del 2008 la Toyota superò la General Motors, diventando la prima azienda automobilistica al mondo per numero di veicoli e per fatturato. ([Wikipedia](#))

Le auto prodotte da Toyota vantano spesso primati di vendita tra le classifiche di diversi paesi, una delle motivazioni principali sono i loro motori ibridi innovativi con prestazioni molto efficienti e consumi ridotti.



1.3 Settore Medico-Farmaceutico

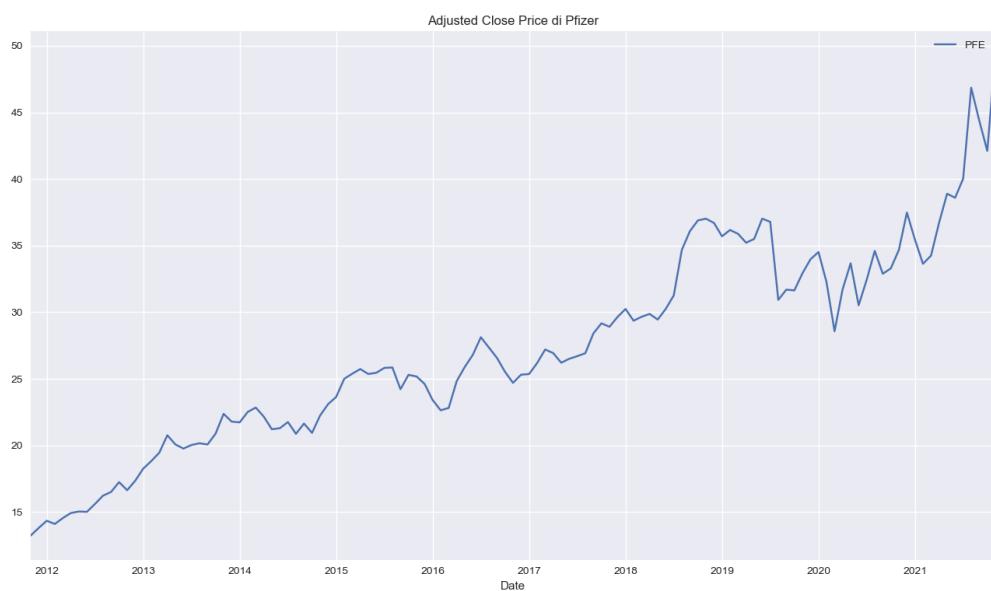
Il settore farmaceutico sta vivendo un periodo ottimo dal punto di vista finanziario, la pandemia ha portato ad un aumento della richiesta di macchinari per le terapie intensive, è stata incrementata la fabbricazione di mascherine ed è stato introdotto un alto capitale per investire nella ricerca e nella produzione di vaccini.

1.3.1 Pfizer

Pfizer Inc. è un'azienda farmaceutica statunitense. È la più grande società del mondo operante nel settore della ricerca, della produzione e della commercializzazione di farmaci. ([Wikipedia](#))

Nell'ultimo anno il suo marchio è esploso come [interesse](#) grazie al vaccino anti Covid-19 dell'azienda.

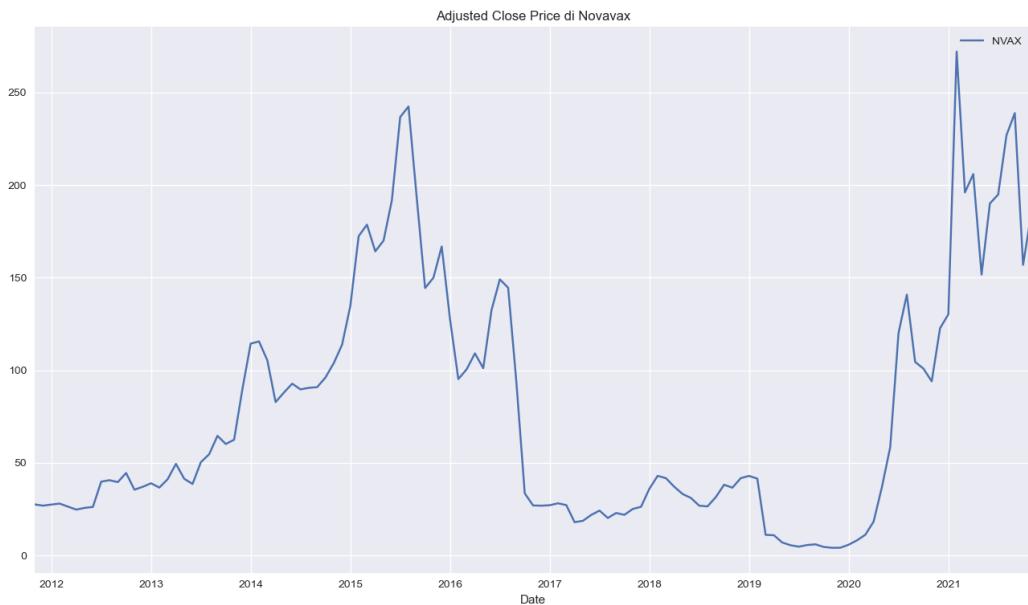
Di recente ha proposto anche un vaccino specifico per la variante Omicron. ([Fonte Repubblica](#))



1.3.2 Novavax

Novavax, Inc. è una società di biotecnologie statunitense, si concentra sulla scoperta, lo sviluppo, la produzione e la commercializzazione di vaccini e adiuvanti per prevenire gravi malattie infettive utilizzando la sua tecnologia proprietaria di vaccini a nanoparticelle ricombinanti. ([Wikipedia](#))

Il vaccino per combattere la pandemia di Coronavirus proposto dall'azienda è da poco stato approvato dalla commissione europea ed è una forma particolare di vaccino inattivato. ([Fonte Repubblica](#))



1.4 Funzioni per importare i dati

1.4.1 pandas_datareader

Per scaricare i dati posso usare due modalità diverse, la prima è di usare i metodi presenti in `pandas_datareader` ovvero `web.get_data_yahoo(ticker, start_date, end_date)`.

```
1 # Scarico i dati grazie ai metodi di pandas
2 def init(frq = None):
3     asts = {}
4     for sett in tcks:
5         for tck in tcks[sett]:
6             asts[tck] = web.get_data_yahoo(tck, day[0], day[1])
7             if(frq == "M")or(frq == "W"):
8                 asts[tck] = asts[tck].groupby(pd.Grouper(freq = frq)).mean()
9     return asts
10 assets = init("M")
```

1.4.2 read_csv

Un altro modo può essere quello di scaricare i dati in un file .csv e leggere dati da quest'ultimo.

Nel caso non dovessi trovare il file csv posso comunque scaricare i dati con il metodo precedente e salvarli successivamente in un file .csv così da poterlo sfruttare in futuro.

```

1 # Soluzione alternativa
2 def init (frq = None):
3     asts = {}
4     for sett in tcks:
5         for tck in tcks[sett]:
6             file = "dati/" + tck + ".csv"
7             if Path(file).is_file():
8                 asts[tck] = pd.read_csv(file)
9                 asts[tck].index = pd.to_datetime(asts[tck].Date)
10            else:
11                asts[tck] = web.get_data_yahoo(tck, day[0], day[1])
12                asts[tck].to_csv(file)
13                if(frq == "M")or(frq == "W"):
14                    asts[tck] = asts[tck].groupby(pd.Grouper(freq = frq)).mean()
15
16    return asts
17 assets = init("M")

```

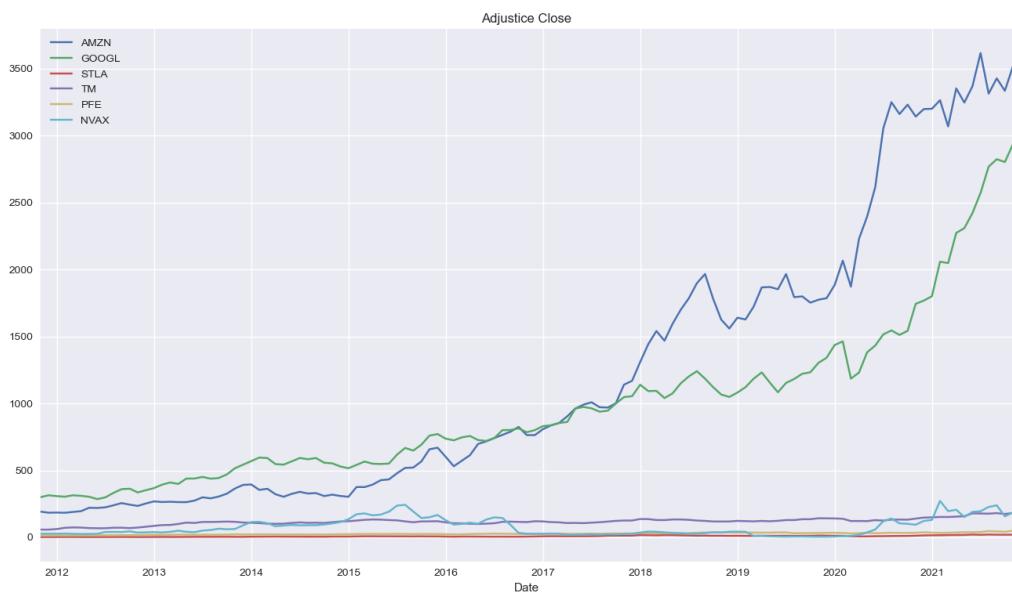
1.5 Unione dei dati

Ho poi unito i dati di adjusted close di ogni titolo in un unico dataframe, ho tenuto anche dei dataframe separati o per settore o per titolo.

```

1 adj = {}
2 adj ["Complete"] = pd.DataFrame()
3 for sett in tcks:
4     adj[sett] = pd.DataFrame()
5     for tck in tcks[sett]:
6         ## Adjusted Close per ogni asset
7         adj[tck] = pd.DataFrame(assets[tck]["Adj Close"])
8         adj[tck].columns = [tck]
9         ## Adjusted Close per ogni settore
10        adj[sett] = pd.concat([adj[sett], adj[tck]], axis = 1)
11
12 ## Adjusted Close completo
13 adj ["Complete"] = pd.concat([adj ["Complete"], adj[sett]], axis = 1)

```



A eccezione di Novavax possiamo notare come tutti i titoli abbiano risentito dell'inizio della pandemia con dei picchi negativi, quelle che però hanno risentito meno di questa situazione sono state Amazon e Google, sempre quest'ultime notiamo come in questi dieci anni siano sempre cresciute molto con andamenti quasi identici dal 2018 ad oggi.

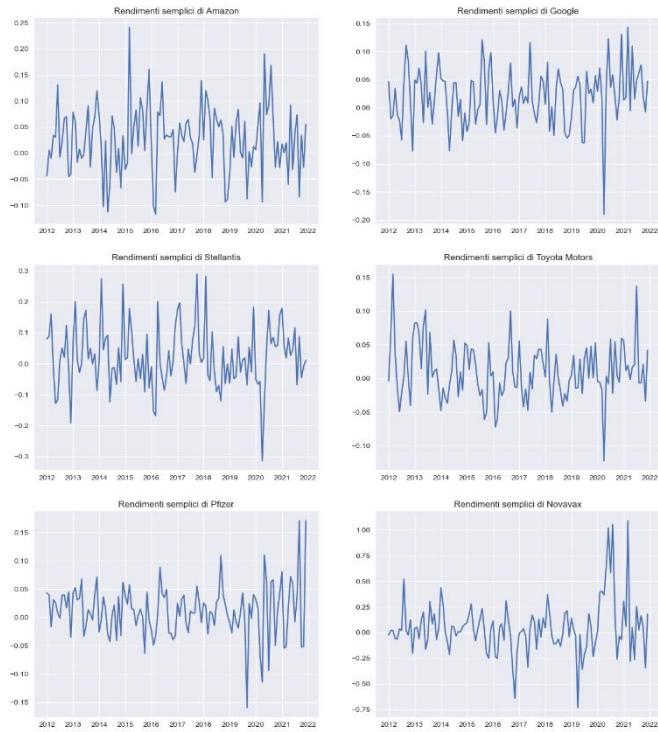
Novavax è riuscita fin da subito a crescere dall'inizio della pandemia dopo 3 anni

2 Statistiche descrittive

2.1 Rendimenti semplici e composti

2.1.1 Rendimenti semplici

Rendimenti Semplici



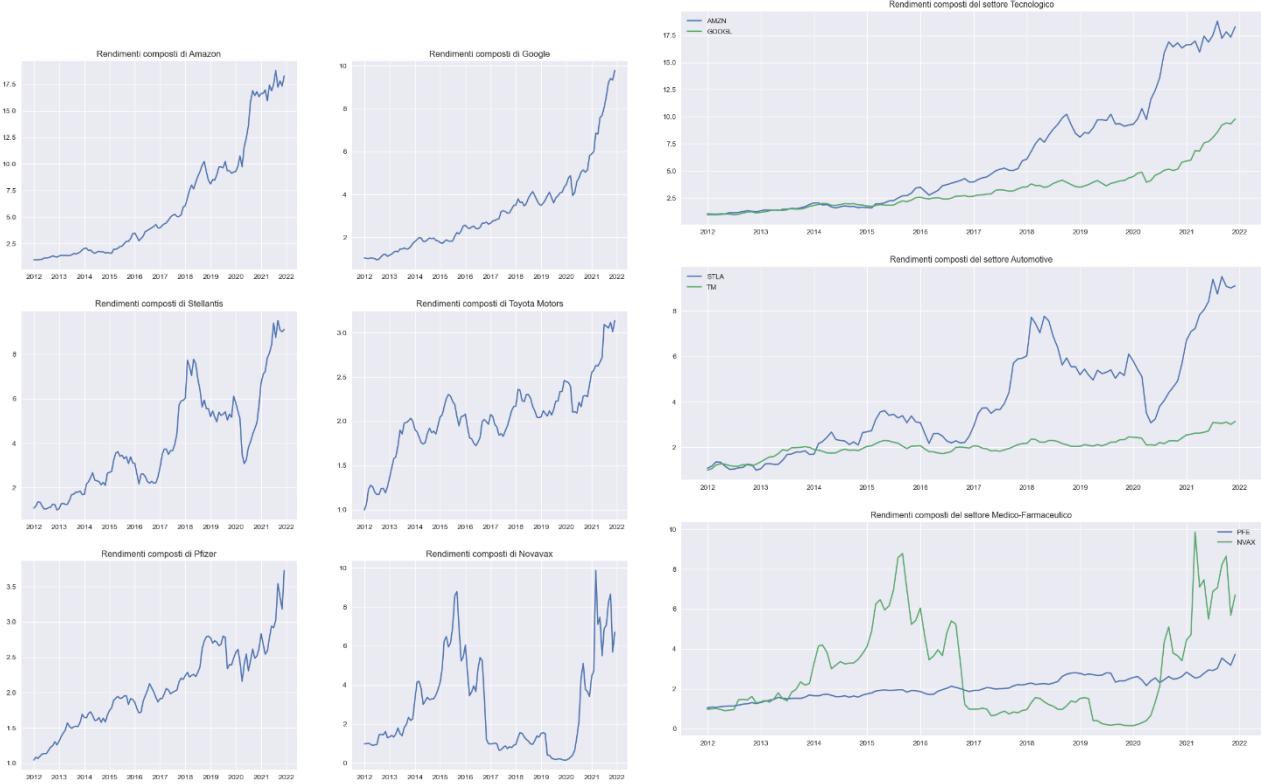
Con questi grafici dei rendimenti semplici possiamo rafforzare maggiormente l'affermazione fatta precedentemente sulla crisi del Covid-19 di inizio 2020.

Possiamo notare che l'azienda statunitense di biotecnologie Novavax sia la società con l'oscillazione dei rendimenti più larga.

Osserviamo anche che, dal momento degli accordi per la commisione del vaccino Pfizer, i rendimenti dell'azienda sono aumentati.

2.1.2 Rendimenti composti

Rendimenti Composti



Il rendimento composto è un modo molto pratico e diffuso per calcolare il rendimento di un investimento.

Osserviamo che Pfizer e Toyota sono i titoli con andamenti più stabili, mentre Novavax e Stellantis quelli più irregolari.

Possiamo riscontrare anche come Stellantis sia la società che ha risentito maggiormente della crisi di inizio 2020.

Tra tutte, Amazon è la società che è cresciuta maggiormente nel periodo preso in studio.

2.1.3 Correlazioni

Calcolo le correlazioni sui rendimenti semplici

Tra Amazon e Google c'è una correlazione di 0.47240307657716746 ovvero una correlazione positiva

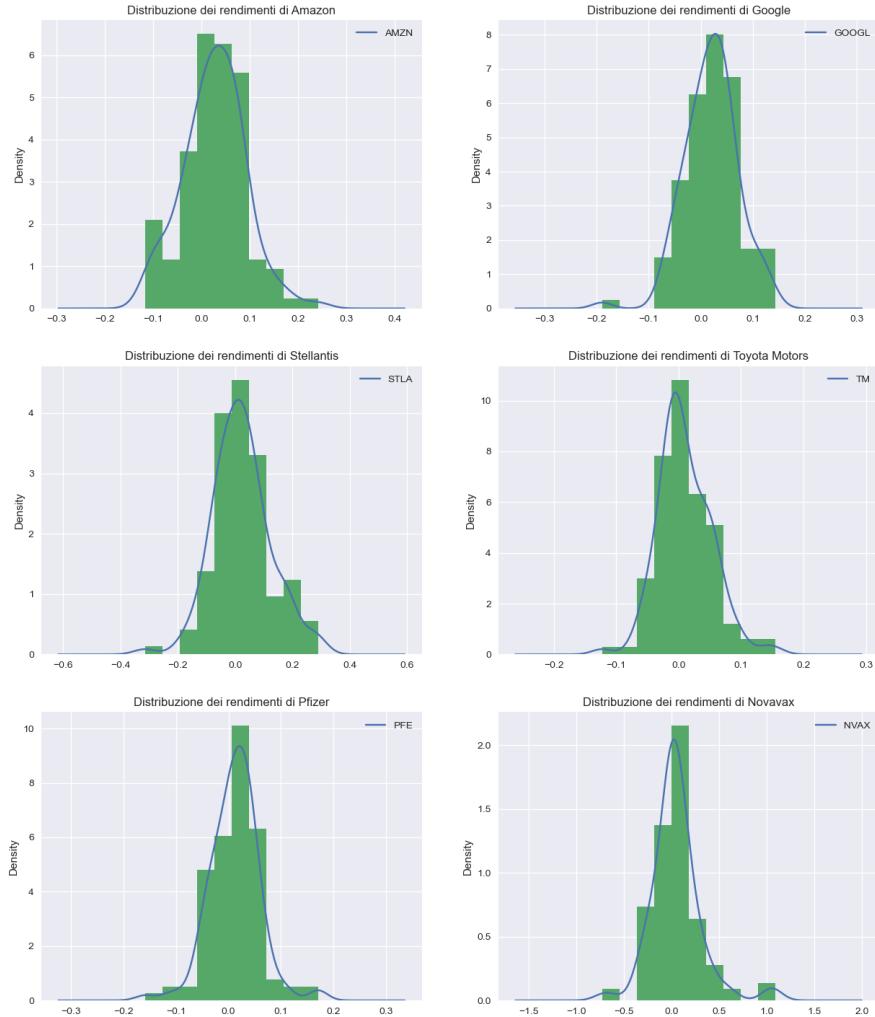
Tra Stellantis e Toyota Motors c'è una correlazione di 0.49894384007736786 ovvero una correlazione positiva

Tra Pfizer e Novavax c'è una correlazione di 0.13236591824638297 ovvero una correlazione positiva poco significativa

Il settore del mio portfolio con la correlazione maggiore è il settore Automotive

Il settore del mio portfolio con la correlazione minore è il settore Medico-Farmaceutico

2.2 Istogrammi dei rendimenti

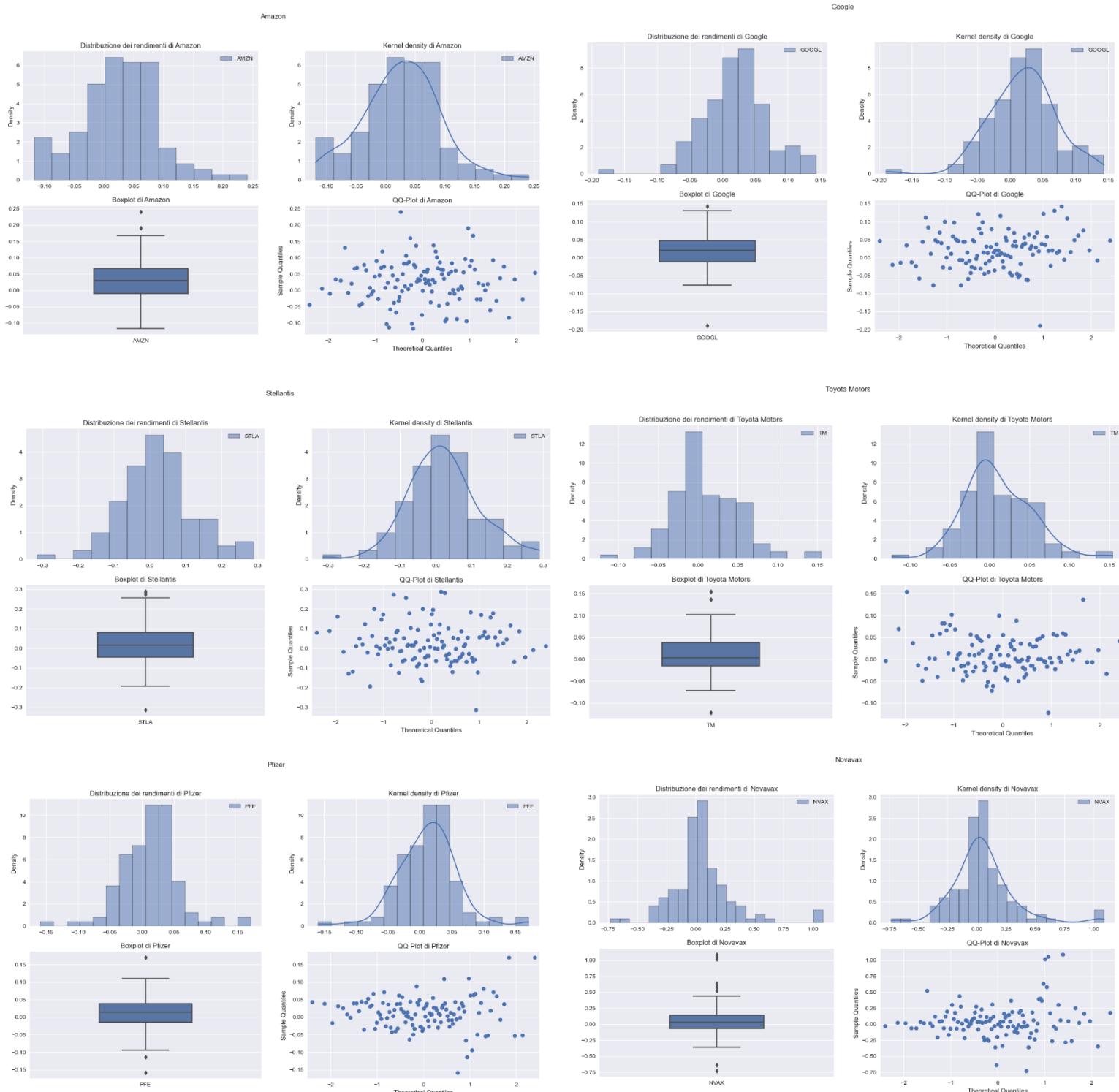


Da questo grafico possiamo evidenziare come Amazon abbia un intervallo minore di eventi estremi mentre Novavax è quella con un intervallo maggiore.

Osserviamo anche che tutti i titoli hanno una coda destra più lunga rispetto alla normale tranne Google che presenta una coda sinistra più lunga

Tra tutti, Amazon è il titolo con una distribuzione più simile alla normale.

2.3 Grafici diagnostici a 4 sezioni (istogramma, kernel density, boxplot, qq-plot)



Dai boxplot notiamo che gli asset selezionati presentano pochi outliers, questo ci fa propendere per dire che i loro profitti sono abbastanza stabili, tranne Novavax che presenta diversi outliers. Spicca anche che Amazon presenta due soli outliers i quali sono per di più sopra i baffi del boxplot.

2.4 Statistiche descrittive univariate (media, varianza, deviazione standard, asimmetria, curtosi)

	Media	Var	SD	Skew	Kur
AMZN	0.026528	0.004168	0.064558	0.157803	0.588683
GOOGL	0.020457	0.002567	0.050669	-0.371654	1.696817
STLA	0.023483	0.010069	0.100345	0.192232	0.905077
TM	0.010444	0.00179	0.042305	0.447647	1.212606
PFE	0.012102	0.00219	0.046801	0.03132	2.582106
NVAX	0.048916	0.069511	0.263649	1.140734	4.624042

Media:

Media aritmetica

Varianza:

Variabilità dei valori assunti (grandezza diversa)

Deviazione Standard:

In statistica la deviazione standard è una misura della volatilità: il confronto dell'andamento assunto da questo indicatore con quello di un titolo consente di individuare possibili aree di arresto di un trend e di inversione. È molto probabile che un nuovo trend abbia luogo una volta che la deviazione standard raggiunge bassi valori anomali, così come una volatilità elevata segnala l'esaurimento di una tendenza.

Asimmetria:

Simmetria con una distribuzione normale, quanto sono lontani gli eventi estremi e dove rispetto al valore massimo centrale. Tendenzialmente i rendimenti finanziari sono spostati verso sinistra rispetto alla distribuzione normale

- $= 0 \rightarrow$ Uguale alla distribuzione normale
- $< 0 \rightarrow$ La curva di frequenza ha una coda più lunga a sinistra del massimo centrale.
- $> 0 \rightarrow$ La curva di frequenza ha una coda più lunga a destra del massimo centrale.

Kurtosi:

Spiega quanto la distribuzione è appiattita al centro o larga ai lati, quanto sono frequenti gli eventi estremi. Spesso gli eventi estremi sono molto frequenti nei mercati finanziari

- $= 0 \rightarrow$ Uguale alla distribuzione normale
- $< 0 \rightarrow$ Gli eventi estremi sono meno frequenti rispetto alla normale
- $> 0 \rightarrow$ Gli eventi estremi sono più frequenti rispetto alla normale

2.4.1 Quali azioni hanno il rendimento più basso e più alto?

L'asset con media minore tra tutti è Toyota Motors con 0.01044442230679114

L'asset con media maggiore tra tutti è Novavax con 0.04891647165127217

2.4.2 Quali azioni hanno la deviazione standard più alta o più bassa?

L'asset con deviazione standard minore tra tutti è Toyota Motors con 0.04230484029785422

L'asset con deviazione standard maggiore tra tutti è Novavax con 0.26364948514414926

2.4.3 Come si evolvono nel tempo rendimento e volatilità?

Evoluzione rendimenti e volatilità



2.4.4 Quale azione ha la distribuzione di rendimenti più vicina o lontana dalla normale?

Curtosi

```
L' asset Amazon ha un valore di curtosi di 0.5886831326712709 vuol dire che gli eventi estremi sono meno frequenti rispetto alla normale
L' asset Google ha un valore di curtosi di 1.6968167553729634 vuol dire che gli eventi estremi sono meno frequenti rispetto alla normale
L' asset Stellantis ha un valore di curtosi di 0.9050771679815108 vuol dire che gli eventi estremi sono meno frequenti rispetto alla normale
L' asset Toyota Motors ha un valore di curtosi di 1.2126057998493058 vuol dire che gli eventi estremi sono meno frequenti rispetto alla normale
L' asset Pfizer ha un valore di curtosi di 2.582106046578544 vuol dire che gli eventi estremi sono meno frequenti rispetto alla normale
L' asset Novavax ha un valore di curtosi di 4.62404248562482 vuol dire che gli eventi estremi sono meno frequenti rispetto alla normale
L'asset con curtosi assoluta minore tra tutti è Amazon con 0.5886831326712709
L'asset con curtosi assoluta maggiore tra tutti è Novavax con 4.62404248562482
L'asset con curtosi minore tra tutti è Amazon con 0.5886831326712709
L'asset con curtosi maggiore tra tutti è Novavax con 4.62404248562482
```

Asimmetria

```
L' asset Amazon ha un valore di asimmetria di 0.15780265470106655 vuol dire che la curva di frequenza ha una coda più lunga a destra del massimo centrale
L' asset Google ha un valore di asimmetria di -0.3716538917149388 vuol dire che la curva di frequenza ha una coda più lunga a sinistra del massimo centrale
L' asset Stellantis ha un valore di asimmetria di 0.19223215406086883 vuol dire che la curva di frequenza ha una coda più lunga a destra del massimo centrale
L' asset Toyota Motors ha un valore di asimmetria di 0.44764659321277234 vuol dire che la curva di frequenza ha una coda più lunga a destra del massimo centrale
L' asset Pfizer ha un valore di asimmetria di 0.03131988009094369 vuol dire che la curva di frequenza ha una coda più lunga a destra del massimo centrale
L' asset Novavax ha un valore di asimmetria di 1.1407338708331265 vuol dire che la curva di frequenza ha una coda più lunga a destra del massimo centrale
L'asset con asimmetria assoluta minore tra tutti è Pfizer con 0.03131988009094369
L'asset con asimmetria assoluta maggiore tra tutti è Novavax con 1.1407338708331265
L'asset con asimmetria minore tra tutti è Google con -0.3716538917149388
L'asset con asimmetria maggiore tra tutti è Novavax con 1.1407338708331265
```

2.5 Matrice varianze/covarianze

Covarianza

Misura della relazione di concordanza di due variabili casuali X e Y.

Essa è indicata con $\text{Cov}(X,Y)$ o con σ_{XY} ed è definita dal momento centrato misto, ossia $\sigma_{XY} = E(X-\mu_X)(Y-\mu_Y)$, dove μ_X e μ_Y sono uguali alle medie delle variabili X e Y.

Un modo equivalente di definirla è $\sigma_{XY} = E(XY) - \mu_X\mu_Y$, ossia come differenza tra la media del prodotto e il prodotto delle medie di X e Y.

Come caso particolare, $\text{Cov}(X,X) = \sigma^2 X = \text{Var}(X)$.

La covarianza misura quanto due variabili si muovono insieme: in particolare, se si muovono nella stessa direzione (covarianza positiva) o in direzioni opposte (covarianza negativa).

Nel mercato azionario, viene posta sempre molta enfasi sulla riduzione della quantità di rischio assunto per la stessa quantità di rendimento.

Quando si costruisce un portafoglio azionario, bisogna selezionare sempre quei titoli che "lavorano" bene insieme. E questo generalmente indica che questi titoli non si muovono nella stessa direzione!

- **covarianza positiva:** i modelli delle variabili corrispondono,
- **covarianza negativa:** i modelli delle variabili sono sfalsati, cioè quando una è più alta della sua media l'altra è più bassa della sua media.
- **cov(x,y)=0** nessuna associazione (lineare) tra x_i e y_i

Il calcolo della matrice delle covarianze è stato fatto sui rendimenti semplici

	AMZN	GOOGL	STLA	TM	PFE	NVAX
AMZN	0.004168	0.001545	0.000615	0.000399	0.000747	0.005029
GOOGL	0.001545	0.002567	0.001447	0.000661	0.000649	0.003315
STLA	0.000615	0.001447	0.010069	0.002118	0.001025	0.002312
TM	0.000399	0.000661	0.002118	0.001790	0.000337	0.000690
PFE	0.000747	0.000649	0.001025	0.000337	0.002190	0.001633
NVAX	0.005029	0.003315	0.002312	0.000690	0.001633	0.069511

----- Tecnologico -----

Tra Amazon e Google c'è una covarianza di 0.0015452674587359124 i modelli delle variabili corrispondono

----- Automotivo -----

Tra Stellantis e Toyota Motors c'è una covarianza di 0.00211805404264505 i modelli delle variabili corrispondono

----- Medico-Farmaceutico -----

Tra Pfizer e Novavax c'è una covarianza di 0.0016332876928457259 i modelli delle variabili corrispondono

Il settore del mio portfolio con la covarianza maggiore è il settore Automotivo

Il settore del mio portfolio con la covarianza minore è il settore Tecnologico

La covarianza maggiore tra i vari titoli è tra Amazon e Novavax che è di 0.29543898012269604

La covarianza minore tra i vari titoli è tra Toyota Motors e Pfizer che è di 0.1703574228987894

Tra Google e Amazon c'è una covarianza di 0.0015452674587359124 i modelli delle variabili corrispondono
Tra Stellantis e Amazon c'è una covarianza di 0.0006154232912341417 i modelli delle variabili corrispondono
Tra Stellantis e Google c'è una covarianza di 0.0014472234847812439 i modelli delle variabili corrispondono
Tra Toyota Motors e Amazon c'è una covarianza di 0.0003989082542804375 i modelli delle variabili corrispondono
Tra Toyota Motors e Google c'è una covarianza di 0.0006612013546052296 i modelli delle variabili corrispondono
Tra Toyota Motors e Stellantis c'è una covarianza di 0.00211805404264505 i modelli delle variabili corrispondono
Tra Pfizer e Amazon c'è una covarianza di 0.0007473817461205629 i modelli delle variabili corrispondono
Tra Pfizer e Google c'è una covarianza di 0.0006493667743985231 i modelli delle variabili corrispondono
Tra Pfizer e Stellantis c'è una covarianza di 0.0010249757737288583 i modelli delle variabili corrispondono
Tra Pfizer e Toyota Motors c'è una covarianza di 0.0003372956239797068 i modelli delle variabili corrispondono
Tra Novavax e Amazon c'è una covarianza di 0.005028545450825998 i modelli delle variabili corrispondono
Tra Novavax e Google c'è una covarianza di 0.0033148821530453267 i modelli delle variabili corrispondono
Tra Novavax e Stellantis c'è una covarianza di 0.0023121664152404445 i modelli delle variabili corrispondono
Tra Novavax e Toyota Motors c'è una covarianza di 0.0006897809304127049 i modelli delle variabili corrispondono
Tra Novavax e Pfizer c'è una covarianza di 0.0016332876928457259 i modelli delle variabili corrispondono
L'asset con varianza minore tra tutti è Toyota Motors con 0.0017896995126269499
L'asset con varianza maggiore tra tutti è Novavax con 0.06951105101677497

L'asset più rischioso è quindi Novavax mentre quello meno rischioso è Toyota

2.6 Matrice delle correlazioni

Per correlazione si intende un valore statistico che misura come due titoli finanziari si influenzano reciprocamente.

	AMZN	GOOGL	STLA	TM	PFE	NVAX
AMZN	1.000000	0.472403	0.095002	0.146061	0.247363	0.295439
GOOGL	0.472403	1.000000	0.284641	0.308461	0.273834	0.248141
STLA	0.095002	0.284641	1.000000	0.498944	0.218252	0.087397
TM	0.146061	0.308461	0.498944	1.000000	0.170357	0.061844
PFE	0.247363	0.273834	0.218252	0.170357	1.000000	0.132366
NVAX	0.295439	0.248141	0.087397	0.061844	0.132366	1.000000

Tra Google e Amazon c'è una correlazione di **0.47240307657716746** ovvero una correlazione positiva

Tra Stellantis e Amazon c'è una correlazione di **0.09500160876001379** ovvero una correlazione positiva poco significativa

Tra Stellantis e Google c'è una correlazione di **0.28464070388002927** ovvero una correlazione positiva poco significativa

Tra Toyota Motors e Amazon c'è una correlazione di **0.1460613485667256** ovvero una correlazione positiva poco significativa

Tra Toyota Motors e Google c'è una correlazione di **0.30846109071057626** ovvero una correlazione positiva

Tra Toyota Motors e Stellantis c'è una correlazione di **0.49894384007736786** ovvero una correlazione positiva

Tra Pfizer e Amazon c'è una correlazione di **0.24736328767333665** ovvero una correlazione positiva poco significativa

Tra Pfizer e Google c'è una correlazione di **0.27383388855947377** ovvero una correlazione positiva poco significativa

Tra Pfizer e Stellantis c'è una correlazione di **0.21825223683728892** ovvero una correlazione positiva poco significativa

Tra Pfizer e Toyota Motors c'è una correlazione di **0.1703574228987894** ovvero una correlazione positiva poco significativa

Tra Novavax e Amazon c'è una correlazione di **0.29543898012269604** ovvero una correlazione positiva poco significativa

Tra Novavax e Google c'è una correlazione di **0.24814063031744607** ovvero una correlazione positiva poco significativa

Tra Novavax e Stellantis c'è una correlazione di **0.0873970651912997** ovvero una correlazione positiva poco significativa

Tra Novavax e Toyota Motors c'è una correlazione di **0.0618435193652099** ovvero una correlazione positiva poco significativa

Tra Novavax e Pfizer c'è una correlazione di **0.13236591824638297** ovvero una correlazione positiva poco significativa

La correlazione positiva maggiore tra i vari titoli è tra Stellantis e Toyota Motors che è di **0.49894384007736786**

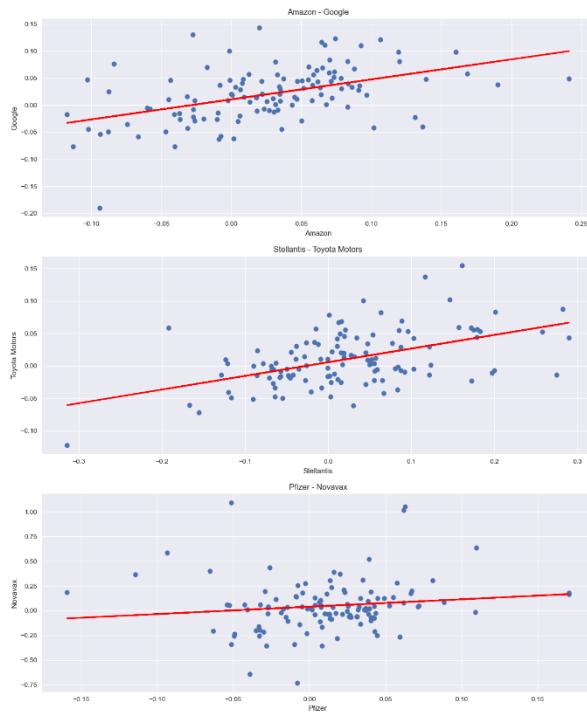
La correlazione positiva minore tra i vari titoli è tra Toyota Motors e Novavax che è di **0.0618435193652099**

Tutti i titoli tra loro sono correlati positivamente.

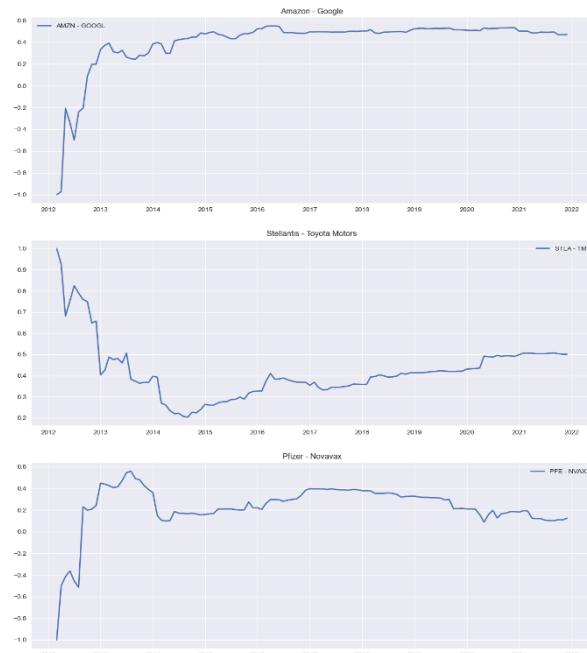
Notiamo anche che le correlazioni maggiori le troviamo tra gli asset appartenenti allo stesso settore a eccezione del settore Medico-Farmaceutico dove tra Novavax e Pfizer troviamo una correlazione poco significativa

2.7 Scatter plot

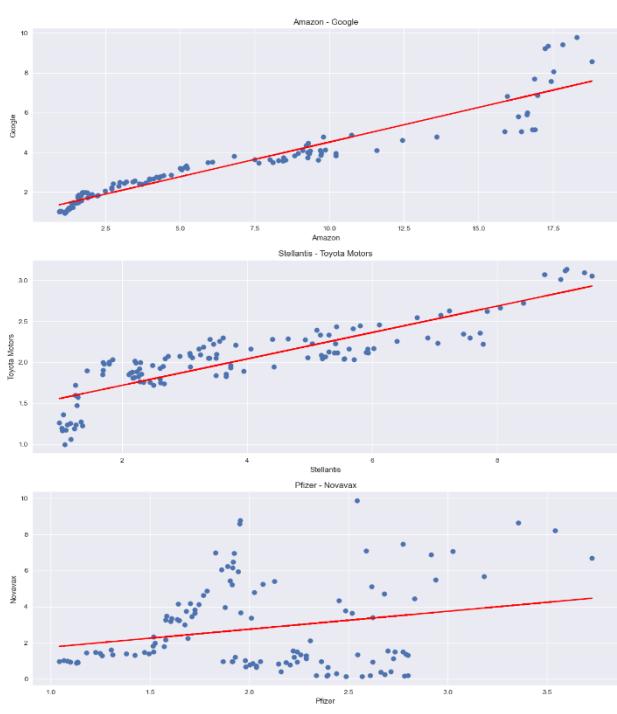
Scatter plot Rendimenti Semplici



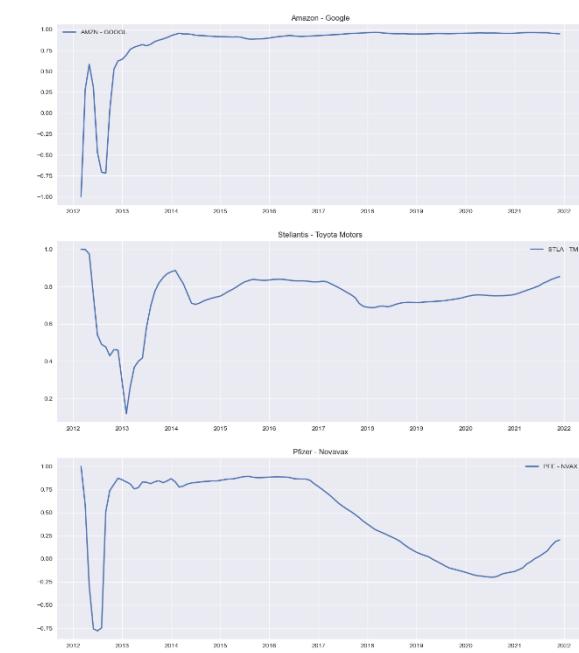
Evoluzione correlazioni Semplici



Scatter plot Rendimenti Composti



Evoluzione correlazioni Composti



Nei grafici soprastanti si può notare come tra Amazon e Google ci sia sempre stata una forte correlazione nel periodo preso in considerazione. Tra Stellantis e Toyota notiamo come la correlazione sia sempre più aumentata da metà 2014 in poi. Negli scatter plot di questi due casi, infatti, possiamo trovare svariati punti sulla bisettrice del quadrante.

Si nota anche che gli asset scelti per settore farmaceutico hanno sempre avuto una bassa correlazione nel tempo.

3 Analisi di previsione

Per calcolare la previsione dei prezzi usiamo:

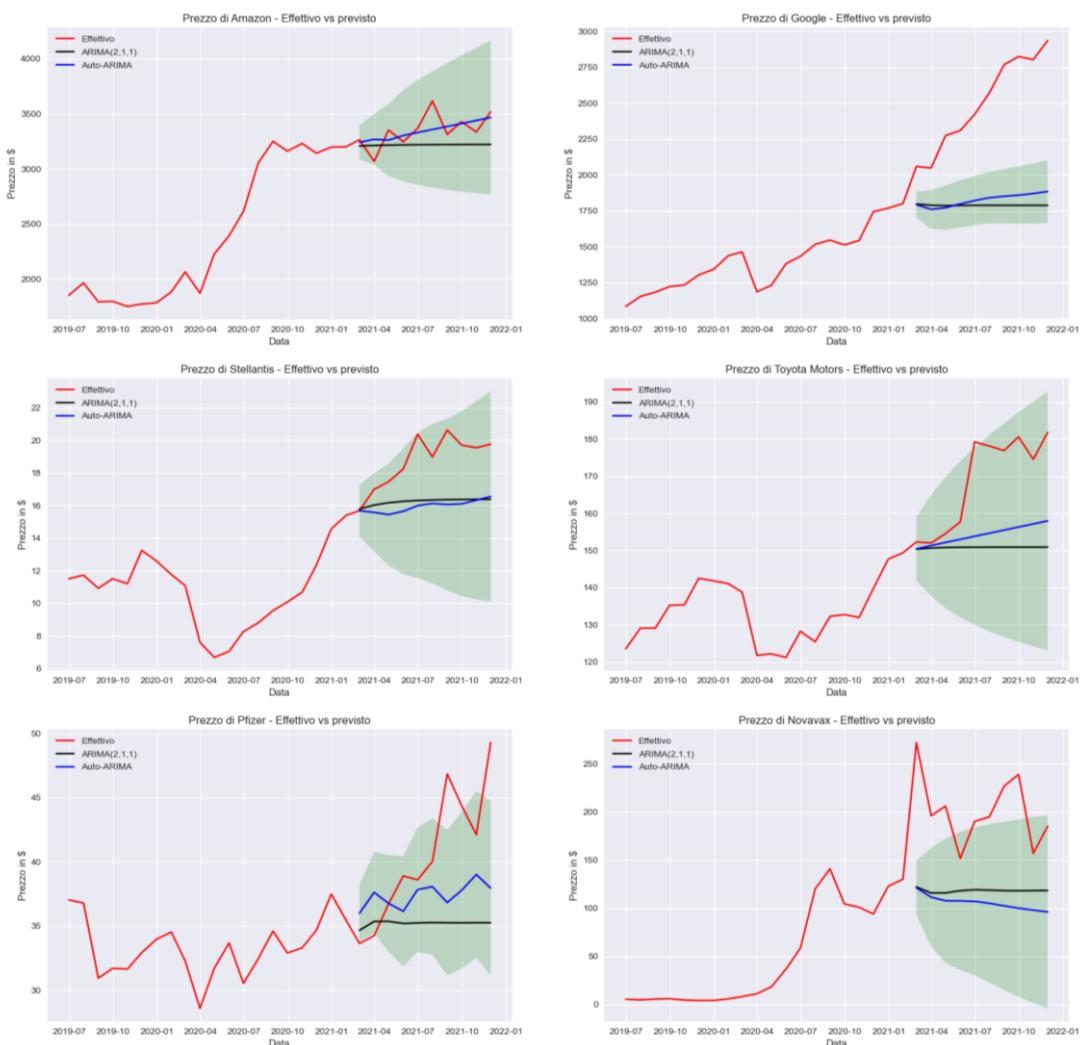
- 80 mesi come training set
- 30 mesi come test set
- 10 mesi per la validazione

3.1 ARIMA

AutoRegressive Integrated Moving Average (ARIMA)

- **(AR) Auto regression:** Un modello che utilizza la relazione di dipendenza tra un'osservazione e un certo numero di osservazioni ritardate
- **Integrated:** utilizzo della differenziazione delle osservazioni grezze per rendere stazionarie le serie temporali
- **(MA) Moving Average:** Un modello che utilizza la dipendenza tra un'osservazione e un errore residuo da un modello a media mobile applicato alle osservazioni ritardate

Previsioni ARIMA



Per evidenziare l'efficacia delle previsioni nel grafico ho preso solo i prezzi effettivi (quelli in rosso) da luglio 2019. Le zone verdi rappresentano il buond delle previsioni di auto-ARIMA

Le previsioni sono state fatte con modelli ARIMA diversi. La linea nera rappresenta le previsioni fatta da un modello ARIMA dove gli iperparametri sono stati passati, nella linea blu invece gli iperparametri sono stati calcolati automaticamente

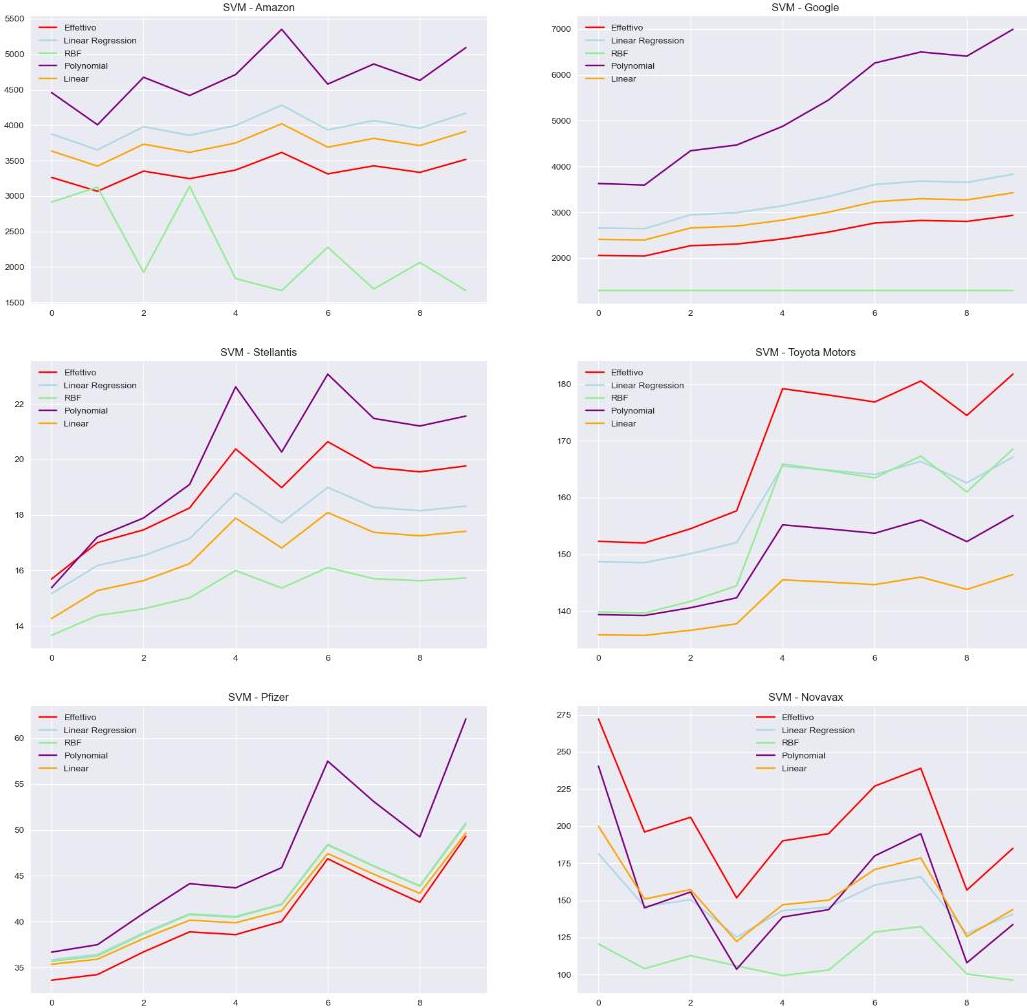
```
----- Amazon -----
rmse ARIMA: 193.58
rmse auto_ARIMA: 118.02
----- Google -----
rmse ARIMA: 777.38
rmse auto_ARIMA: 728.81
----- Stellantis -----
rmse ARIMA: 2.84
rmse auto_ARIMA: 2.8
----- Toyota Motors -----
rmse ARIMA: 21.64
rmse auto_ARIMA: 17.74
----- Pfizer -----
rmse ARIMA: 7.12
rmse auto_ARIMA: 5.54
----- Novavax -----
rmse ARIMA: 90.2
rmse auto_ARIMA: 101.32
```

Dal calcolo del RMSE (Root Mean Square Error) notiamo come tendenzialmente il modello auto-ARIMA abbia dei risultati migliori per gli asset presi in considerazione.

3.2 SVM e Regressione lineare

Il Support Vector Machine (SVM) è un algoritmo di apprendimento automatico supervisionato che può essere utilizzato sia per scopi di classificazione che di regressione.

Previsioni - SVM



Regressione Lineare

```

-----
Amazon
lr confidence: 0.9188149710623708
[3875.21312507 3649.80139024 3976.98007051 3854.9205901 3994.90179879
4281.0296519 3931.73938701 4063.42272406 3956.27302744 4167.64416821]

-----
Google
lr confidence: 0.8902105729565928
[2718.29849381 2703.85661538 3016.3055493 3065.62218258 3221.43754044
3429.83060272 3701.92608096 3779.78175656 3750.23065094 3934.48916024]

-----
Stellantis
lr confidence: 0.3390059757741588
[15.19121074 16.22528216 16.58883988 17.21126195 18.88728998 17.78902504
19.0921468 18.36419931 18.23663306 18.40434534]

-----
Toyota Motors
lr confidence: -0.4241146189302858
[152.14775992 151.93777532 153.8519002 156.25575476 172.68814143
171.82987882 170.89940447 173.71831035 169.09102461 174.64166103]

-----
Pfizer
lr confidence: 0.7843619866738422
[35.12537478 35.67970688 37.90678487 39.87801635 39.60660304 40.90191601
47.07042366 44.8399451 42.78597739 49.2793359]

-----
Novavax
lr confidence: 0.22763185146284604
[171.17639948 138.90495631 143.10811248 120.07518864 136.36740038
138.42208368 152.00804803 157.07750419 122.30938103 134.23809581]

```

Kernel Polinomiale

```

-----
Amazon
svr_poly confidence: 0.7319381661031144
[4502.18647219 4053.50847373 4713.83376166 4460.6591878 4751.69112425
5379.82953681 4619.04802688 4898.04845953 4670.31095955 5125.57108757]

-----
Google
svr_poly confidence: 0.9459841209652272
[3634.03161417 3602.0405548 4350.88261182 4476.21585947 4884.99054373
5462.06130299 6267.83124224 6509.28791985 6417.06897871 7003.48004896]

-----
Stellantis
svr_poly confidence: 0.1889246005091315
[15.43111158 17.28635538 17.97401671 19.19406639 22.74771701 20.37488292
23.208913 21.59660469 21.3216648 21.68359932]

-----
Toyota Motors
svr_poly confidence: 0.31619953697503667
[142.46541896 142.27327728 144.03762906 146.29436036 162.94273678
162.02043431 161.02710132 164.05745102 159.11610466 165.06370014]

-----
Pfizer
svr_poly confidence: 0.7924063045905035
[34.1231292 34.7913188 37.59758939 40.24415481 39.87068832 41.67912397
51.19625306 47.58227624 44.42728453 54.96804851]

-----
Novavax
svr_poly confidence: -0.2055934014398373
[245.81542207 145.88920802 157.06515327 102.5819121 139.40860248
144.64054657 182.54720813 198.16573265 107.142503 134.12550665]

```

Kernel Lineare

```

-----
Amazon
svr_lin confidence: 0.8913456770324872
[3619.71552248 3406.90122116 3715.79508953 3600.55706389 3732.71523717
4002.85245751 3673.0827411 3797.40678108 3696.24528551 3895.80367215]

-----
Google
svr_lin confidence: 0.852010942221366
[2479.56401369 2466.97375968 2739.3629344 2782.35657503 2918.1945061
3099.86903908 3337.07856257 3404.95219265 3379.18989842 3539.82422276]

-----
Stellantis
svr_lin confidence: 0.24154771533269292
[14.32122005 15.34467774 15.70450389 16.3205374 17.97936264 16.89237032
18.1821168 17.46164098 17.33538407 17.50137495]

-----
Toyota Motors
svr_lin confidence: -0.13186229280944373
[141.93857695 141.77093479 143.29908513 145.2182134 158.33708435
157.65188647 156.90903803 159.15952441 155.4653097 159.89668564]

-----
Pfizer
svr_lin confidence: 0.7872749146649056
[34.36136257 34.88656679 36.99662101 38.86427239 38.60712074 39.83437035
45.67874832 43.56547223 41.61943206 47.77159132]

-----
Novavax
svr_lin confidence: 0.2429124296918873
[199.76966598 151.3193893 157.62973862 123.04958282 147.50966544
150.59443528 170.99153151 178.60248811 126.4038561 144.31286403]

```

Kernel RBF (Radial Basis Function)

```

-----
Amazon
svr_rbf confidence: 0.7563874163257412
[3250.44417953 3423.23589921 2106.38296782 3386.456408 1966.7019318
1691.07780284 2609.30199696 1725.79456455 2314.25337292 1691.39732837]

-----
Google
svr_rbf confidence: 0.9063445439888487
[1363.09108747 1364.46905199 1361.10341303 1361.10341274 1361.10341273
1361.10341273 1361.10341273 1361.10341273 1361.10341273]

-----
Stellantis
svr_rbf confidence: 0.4017998378084109
[11.80059072 11.25834204 11.00783091 10.50688846 8.70828821 9.96072854
8.44376281 9.33972267 9.48409156 9.29350734]

-----
Toyota Motors
svr_rbf confidence: -0.0275657832935452
[190.1577845 188.72204941 202.48125949 221.93205284 419.07005181
406.23713111 392.59795835 434.77941091 366.94483559 449.13034621]

-----
Pfizer
svr_rbf confidence: 0.7961484168818486
[34.75059643 35.18911769 36.76119984 37.86228034 37.72851977 38.3120932
38.91985597 39.14986285 38.89868429 38.13349807]

-----
Novavax
svr_rbf confidence: 0.16431307410526985
[-215.89332841 149.80136831 139.9851086 73.84408811 147.13611985
149.75355859 57.22813241 -17.845064 80.96783114 140.80372303]

```

Sia dai valori di confidence che dai grafici, la regressione lineare restituisce tendenzialmente dei risultati migliori rispetto alle altre previsioni.

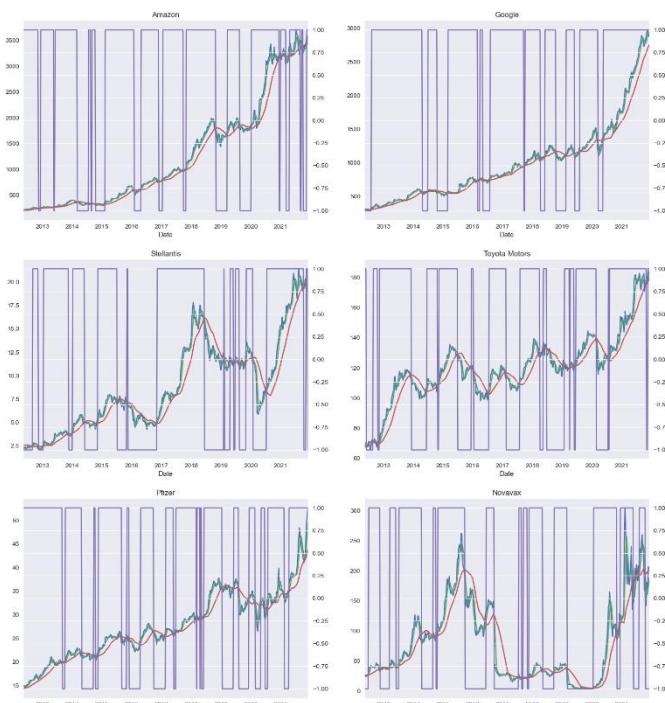
4 Strategie di trading e backtesting

Le strategie di trading sono modelli di investimento che si basano su regole precise. Queste permettono di approcciare i mercati finanziari in modo efficiente basandosi sull'applicazione di indicatori e analisi di mercato.

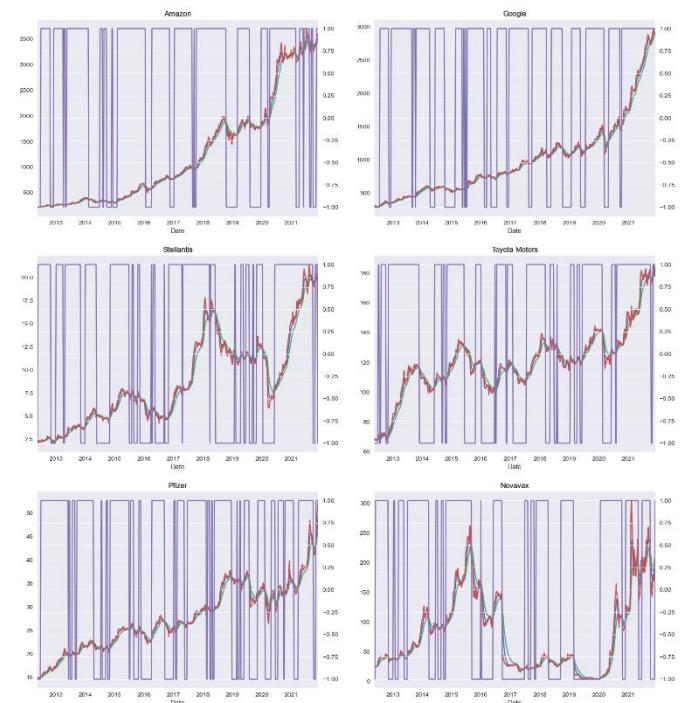
4.1 medie mobili semplici ed esponenziali (MACD)

Questa forse la strategia più utilizzata dagli analisti e prevede di generare segnali all'incrocio tra due medie mobili (doppio crossover); vengono utilizzate due medie, ovviamente di periodo differente. Quando quella più veloce, ovvero generata da un periodo minore, incrocerà al rialzo quella più lenta verrà generato un segnale di acquisto; viceversa, quando quella lenta sarà tagliata al ribasso da quella più veloce si avrà la vendita. Anche qui i periodi scelti per la creazione delle medie mobili avranno effetto sui segnali generati: se si vorrà seguire andamenti di maggiore respiro sarà necessario aumentare i periodi delle due medie mobili, mentre se si vorranno cavalcare i movimenti di breve periodo si potranno utilizzare due medie mobili più veloci. ([Wikipedia](#))

Backtesting medie mobili semplici

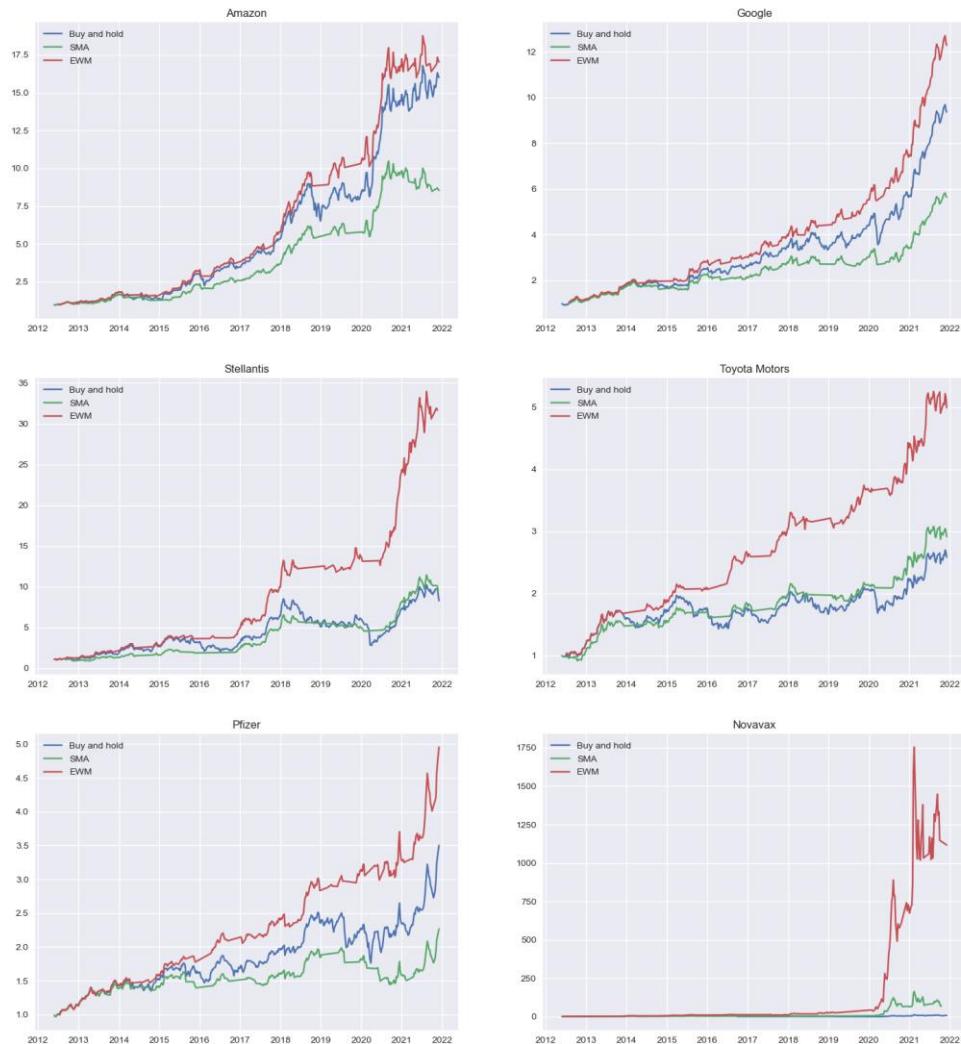


Backtesting medie mobili esponenziali



Notiamo che con la strategia delle medie mobili esponenziali effettuiamo più transazioni rispetto alle medie mobili semplici.

SMA - Buy & hold - EWM



Notiamo che con la strategia delle medie mobili esponenziali effettuiamo più transazioni e riusciamo però ad ottenere dei risultati migliori. Notiamo soprattutto i risultati ottenuti con Novavax sono più che ottimi.

La strategia delle medie mobili semplici invece non riesce ad ottenere gli stessi risultati e spesso lavora peggio della strategia buy-and-hold

4.2 On-balance volume (OBV)

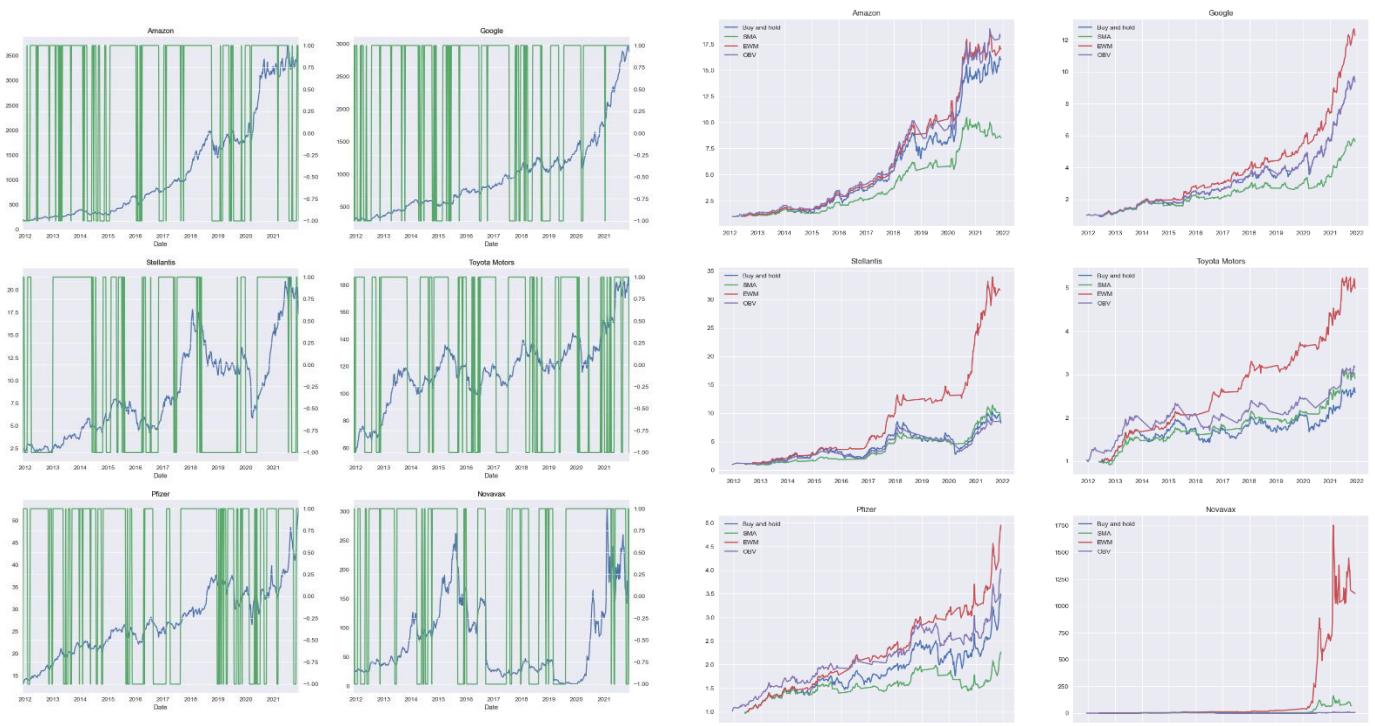
Il bilanciamento del volume, noto in inglese come *on-balance volume*, è un indicatore tecnico utilizzato nell'analisi del mercato azionario che mette in relazione il volume del mercato azionario con le variazioni del prezzo.

L'obiettivo di questo indicatore è vedere se il movimento del prezzo è accompagnato dal volume. Cioè, se il prezzo aumenta, l'indicatore deve aumentare di valore. Allo stesso modo, se il prezzo è in calo, l'indicatore dovrebbe ridurre il suo valore. Cioè, indicatore e prezzo devono andare nella stessa direzione.

La logica dietro questo è che quando un titolo sale, l'interesse per il titolo deve aumentare, e di conseguenza anche il volume. Se invece il valore scende, si deve ridurre l'interesse sul titolo e, quindi, anche il volume.

OBV strategy

Confronto ritorni con strategie precedenti



Con questa strategia non riusciamo ad avere i risultati ottenuti con la strategia delle media mobili esponenziali ma riusciamo tendenzialmente a “battere” le strategie delle medie mobili semplici e di buy-and-hold.

5 CAPM

CAPM Capital Asset Pricing Model

$$E[R_i] = r_f + \beta_i(E[R_M] - r_f)$$

- $E[R_i]$ → Ritorno atteso di un singolo asset
- r_f → Ritorno di un asset risk-free in un cero periodo
- R_i → singolo asset
- R_M → Market Portfolio

Il CAPM stabilisce il tasso di ritorno in eccesso dell'asset i $E[R_i] - r_f$ è proporzionale al fattore β_i all'eccesso di ritorno atteso del Market Portfolio o del market premium.

L'eccesso di ritorno è quindi pesato e questo peso deriva da quanto l'andamento dell'asset i sia legato all'andamento del ritorno del Market Portfolio.

5.1 Calcolo del Beta

$$\beta_i = \frac{\sigma_{iM}}{\sigma_i} = \frac{COV(R_i, R_M)}{VAR(R_M)}$$

Il coefficiente β_i noto come il beta dell'asset i è il grado è il grado di risk-premium per l'asset rispetto al market portfolio. Proporzionale al contributo che portano tutti gli asset, ogni asset contribuisce in maniera diversa, non possiamo stabilirlo possiamo solo calcolarlo.

Formalmente il beta di un asset misura la dipendenza lineare del ritorno del mercato in proporzione alla volatilità dell'asset (ovvero quanto oscilla il titolo).

In termini di correlazione $\rho(R_i, R_M) \frac{\sigma_{iM}}{\sigma_i} = \beta_i$.

Usando questa equazione possiamo fornire l'interpretazione del valore beta di un asset come misura del suo movimento rispetto al mercato. Per il calcolo del beta useremo l'indice S&P 500 (ticker Yahoo Finance ^GSPC).

- $\beta > 1 \rightarrow$ Siamo nella situazione migliore possibile perché l'asset si muove nella stessa direzione del mercato, sono quindi correlati positivamente però la volatilità dell'asset è maggiore rispetto a quella del mercato, c'è quindi un rischio maggiore che però possono portare ad avere profitti anche maggiori rispetto a quelli del mercato
- $\beta < 0 \rightarrow$ L'asset si muove nella direzione opposta del mercato
- $\beta = 0 \rightarrow$ I movimenti dell'asset e del mercato sono incorrelati
- $0 < \beta \leq 1 \rightarrow$ L'asset si muove nella stessa direzione del mercato ma la volatilità dell'asset può essere maggiore o minore rispetto a quella del mercato, sappiamo quindi che l'asset ed il mercato sono correlati ma non sappiamo dire nulla sulla volatilità dell'asset che può essere maggiore o minore rispetto alla volatilità del mercato

```
----- Amazon -----
Beta : 0.9013578291859136
L'asset si muove nella stessa direzione del mercato ma la volatilità dell'asset può essere maggiore o minore rispetto a quella del mercato
----- Google -----
Beta : 1.0405578859941218
L'asset si muove nella stessa direzione del mercato ma la volatilità dell'asset è maggiore rispetto a quella del mercato
----- Stellantis -----
Beta : 1.7126676443357816
L'asset si muove nella stessa direzione del mercato ma la volatilità dell'asset è maggiore rispetto a quella del mercato
----- Toyota Motors -----
Beta : 0.7402613676576492
L'asset si muove nella stessa direzione del mercato ma la volatilità dell'asset può essere maggiore o minore rispetto a quella del mercato
----- Pfizer -----
Beta : 0.7297294466802872
L'asset si muove nella stessa direzione del mercato ma la volatilità dell'asset può essere maggiore o minore rispetto a quella del mercato
----- Novavax -----
Beta : 1.3505785612055803
L'asset si muove nella stessa direzione del mercato ma la volatilità dell'asset è maggiore rispetto a quella del mercato
----- Massimo -----
L'asset con valore beta maggiore è Stellantis con un valore di beta: 1.7126676443357816
----- Minimo -----
L'asset con valore beta minore è Pfizer con un valore di beta: 0.7297294466802872
```

5.2 Rendimenti attesi

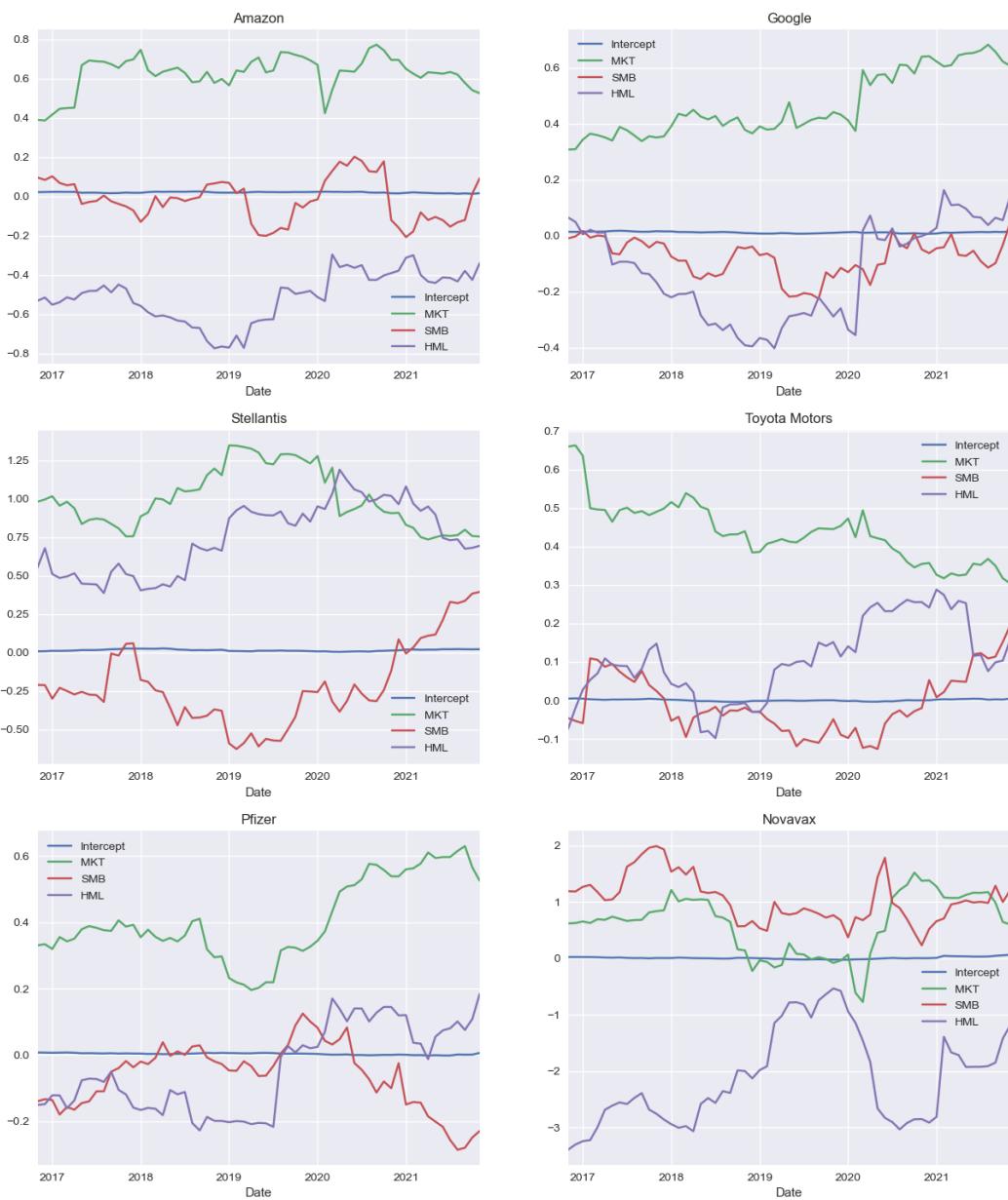
Per calcolare i rendimenti attesi ho usato un tasso risk-free del 1,38%

```
----- Il rendimento atteso annuo di Amazon è del 12.64% -----
----- Il rendimento atteso annuo di Google è del 14.38% -----
----- Il rendimento atteso annuo di Stellantis è del 22.77% -----
----- Il rendimento atteso annuo di Toyota Motors è del 10.63% -----
----- Il rendimento atteso annuo di Pfizer è del 10.49% -----
----- Il rendimento atteso annuo di Novavax è del 18.25% -----
```

5.3 Fama-French

Amazon							Google						
OLS Regression Results							OLS Regression Results						
Dep. Variable:	exc	R-squared:	0.109				Dep. Variable:	exc	R-squared:	0.178			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.086				Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.156			
Method:	Least Squares	F-statistic:	4.712				Method:	Least Squares	F-statistic:	8.359			
Date:	Mon, 31 Jan 2022	Prob (F-statistic):	0.00386				Date:	Mon, 31 Jan 2022	Prob (F-statistic):	4.45e-05			
Time:	17:04:43	Log-Likelihood:	165.86				Time:	17:04:43	Log-Likelihood:	199.62			
No. Observations:	120	AIC:	-323.7				No. Observations:	120	AIC:	-391.2			
Df Residuals:	116	BIC:	-312.6				Df Residuals:	116	BIC:	-380.1			
Df Model:	3						Df Model:	3					
Covariance Type:	nonrobust						Covariance Type:	nonrobust					
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]		coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
Intercept	0.0189	0.006	3.157	0.002	0.007	0.031	Intercept	0.0135	0.005	2.990	0.003	0.005	0.023
MKT	0.4856	0.151	3.215	0.002	0.186	0.785	MKT	0.5191	0.114	4.554	0.000	0.293	0.745
SMB	0.0921	0.243	0.379	0.706	-0.390	0.574	SMB	0.0160	0.184	0.087	0.931	-0.347	0.380
HML	-0.3735	0.191	-1.956	0.053	-0.752	0.005	HML	0.1199	0.144	0.832	0.407	-0.166	0.405
Omnibus:	0.639	Durbin-Watson:	1.962				Omnibus:	0.097	Durbin-Watson:	1.867			
Prob(Omnibus):	0.727	Jarque-Bera (JB):	0.276				Prob(Omnibus):	0.953	Jarque-Bera (JB):	0.008			
Skew:	0.053	Prob(JB):	0.871				Skew:	-0.020	Prob(JB):	0.996			
Kurtosis:	3.209	Cond. No.	44.4				Kurtosis:	3.000	Cond. No.	44.4			
Pfizer							Toyota Motors						
OLS Regression Results							OLS Regression Results						
Dep. Variable:	exc	R-squared:	0.153				Dep. Variable:	exc	R-squared:	0.183			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.131				Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.162			
Method:	Least Squares	F-statistic:	6.983				Method:	Least Squares	F-statistic:	8.646			
Date:	Mon, 31 Jan 2022	Prob (F-statistic):	0.000233				Date:	Mon, 31 Jan 2022	Prob (F-statistic):	3.16e-05			
Time:	17:04:43	Log-Likelihood:	207.38				Time:	17:04:43	Log-Likelihood:	221.64			
No. Observations:	120	AIC:	-406.8				No. Observations:	120	AIC:	-435.3			
Df Residuals:	116	BIC:	-395.6				Df Residuals:	116	BIC:	-424.1			
Df Model:	3						Df Model:	3					
Covariance Type:	nonrobust						Covariance Type:	nonrobust					
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]		coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
Intercept	0.0058	0.004	1.358	0.177	-0.003	0.014	Intercept	0.0048	0.004	1.268	0.207	-0.003	0.012
MKT	0.4712	0.107	4.410	0.000	0.260	0.683	MKT	0.4188	0.095	4.414	0.000	0.231	0.607
SMB	-0.1919	0.172	-1.115	0.267	-0.533	0.149	SMB	0.1017	0.153	0.666	0.507	-0.201	0.404
HML	0.0988	0.135	0.731	0.466	-0.169	0.366	HML	0.0996	0.120	0.830	0.408	-0.138	0.337
Omnibus:	15.013	Durbin-Watson:	2.013				Omnibus:	12.086	Durbin-Watson:	1.578			
Prob(Omnibus):	0.001	Jarque-Bera (JB):	46.637				Prob(Omnibus):	0.002	Jarque-Bera (JB):	12.915			
Skew:	0.257	Prob(JB):	7.46e-11				Skew:	0.683	Prob(JB):	0.00157			
Kurtosis:	6.010	Cond. No.	44.4				Kurtosis:	3.847	Cond. No.	44.4			
Stellantis							Novavax						
OLS Regression Results							OLS Regression Results						
Dep. Variable:	exc	R-squared:	0.173				Dep. Variable:	exc	R-squared:	0.062			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.152				Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.038			
Method:	Least Squares	F-statistic:	8.114				Method:	Least Squares	F-statistic:	2.578			
Date:	Mon, 31 Jan 2022	Prob (F-statistic):	5.96e-05				Date:	Mon, 31 Jan 2022	Prob (F-statistic):	0.0571			
Time:	17:04:43	Log-Likelihood:	117.43				Time:	17:04:43	Log-Likelihood:	-5.9668			
No. Observations:	120	AIC:	-226.9				No. Observations:	120	AIC:	19.93			
Df Residuals:	116	BIC:	-215.7				Df Residuals:	116	BIC:	31.08			
Df Model:	3						Df Model:	3					
Covariance Type:	nonrobust						Covariance Type:	nonrobust					
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]		coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
Intercept	0.0135	0.009	1.507	0.135	-0.004	0.031	Intercept	0.0355	0.025	1.413	0.160	-0.014	0.085
MKT	0.8409	0.226	3.719	0.000	0.393	1.289	MKT	0.6723	0.632	1.063	0.290	-0.580	1.925
SMB	0.1435	0.364	0.394	0.694	-0.578	0.865	SMB	1.2309	1.018	1.209	0.229	-0.785	3.247
HML	0.6343	0.286	2.219	0.028	0.068	1.201	HML	-1.8894	0.800	-2.363	0.020	-3.473	-0.306
Omnibus:	9.383	Durbin-Watson:	1.868				Omnibus:	42.650	Durbin-Watson:	1.456			
Prob(Omnibus):	0.009	Jarque-Bera (JB):	10.111				Prob(Omnibus):	0.000	Jarque-Bera (JB):	159.461			
Skew:	0.528	Prob(JB):	0.00637				Skew:	1.185	Prob(JB):	2.36e-35			
Kurtosis:	3.951	Cond. No.	44.4				Kurtosis:	8.126	Cond. No.	44.4			

Rolling Fama-French Three Factor model



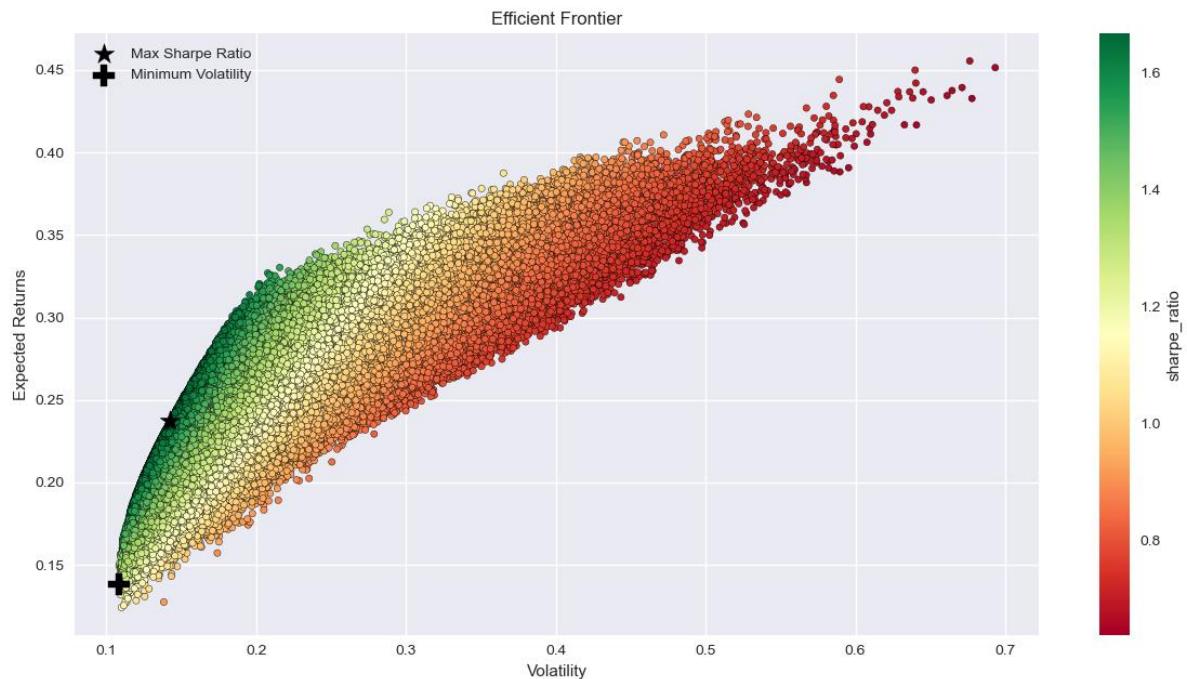
6 Costruzione di portafoglio

Costruzione del portafoglio ottimale in termini di media-varianza utilizzando i primi 108 mesi di dati.

6.1 Metodo di simulazione

Creo due portafogli, uno con la minima volatilità ed uno che massimizzi l'indice sharpe ratio. Per creare questi portafogli simulo le prestazioni di diversi portafogli e salvo quelli che rispettano le mie richieste.

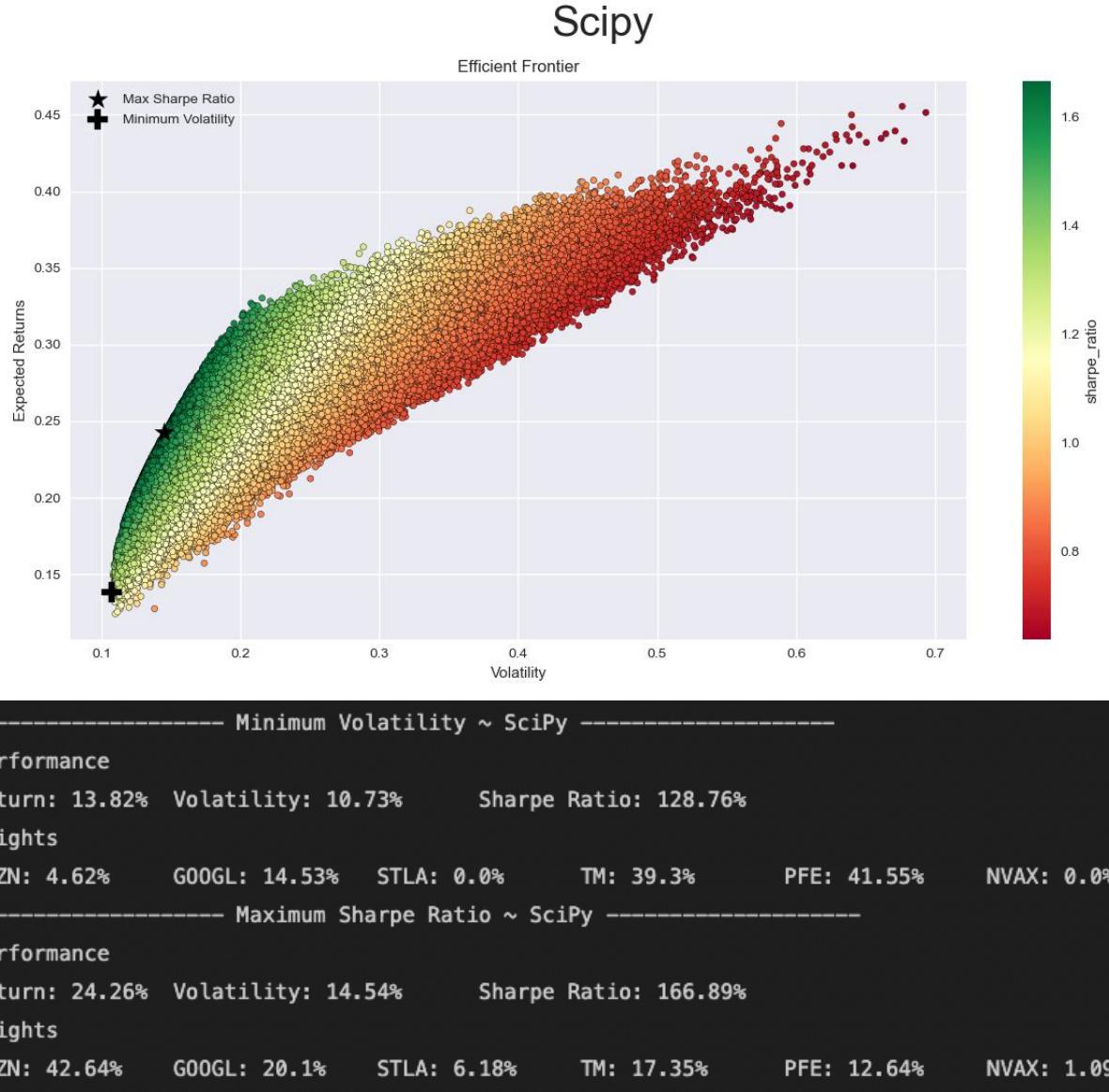
Simulazione



Maximum Sharpe Ratio ~ Simulazione					
Performance					
Return: 23.7%	Volatility: 14.23%	Sharpe Ratio: 166.64%			
Weights					
AMZN: 39.29%	GOOGL: 23.62%	STLA: 6.26%	TM: 15.69%	PFE: 14.49%	NVAX: 0.66%
----- Minimum Volatility ~ Simulazione -----					
Performance					
Return: 13.81%	Volatility: 10.83%	Sharpe Ratio: 127.52%			
Weights					
AMZN: 0.77%	GOOGL: 21.04%	STLA: 0.29%	TM: 38.29%	PFE: 39.15%	NVAX: 0.44%

6.2 Metodo Analitico

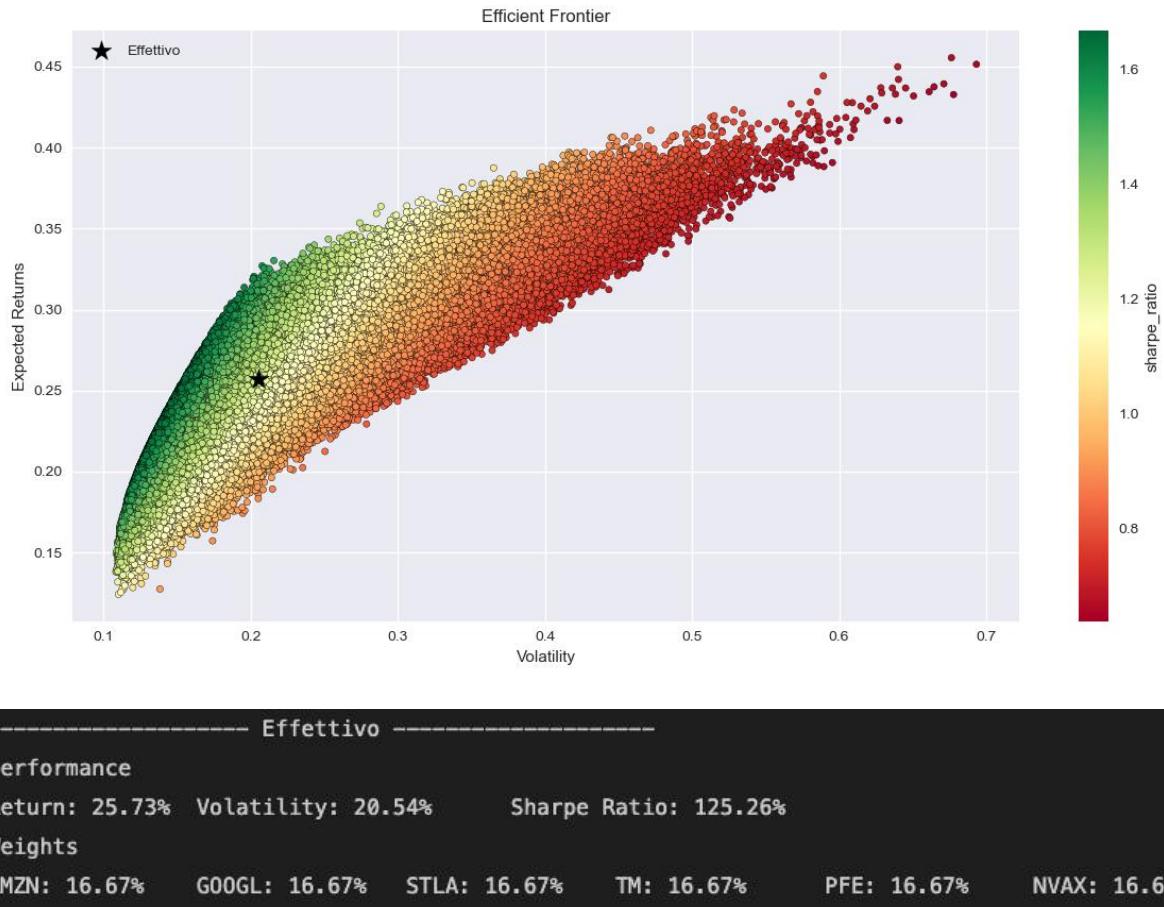
Un altro modo per calcolare i pesi dei due portafogli può quello di vedere il problema dell'ottimizzazione del portafoglio come un problema di programmazione quadratica, per risolverlo possiamo usare la libreria SciPy.



6.3 Portafoglio effettivo

Costruisco anche un portafoglio dove gli asset hanno tutti lo stesso peso nel portafoglio

Effettivo



6.4 Beta

Calcoliamo i beta dei portafogli. Per il calcolo del beta useremo ancora l'indice S&P 500 (ticker Yahoo Finance ^GSPC).

```
----- Maximum Sharpe Ratio ~ Simulazione -----
Beta : 0.9269003462801172
L'asset si muove nella stessa direzione del mercato ma la volatilità dell'asset può essere maggiore o minore rispetto a quella del mercato

----- Minimum Volatility ~ Simulazione -----
Beta : 0.7742055337600571
L'asset si muove nella stessa direzione del mercato ma la volatilità dell'asset può essere maggiore o minore rispetto a quella del mercato

----- Minimum Volatility ~ SciPy -----
Beta : 0.7563429583997763
L'asset si muove nella stessa direzione del mercato ma la volatilità dell'asset può essere maggiore o minore rispetto a quella del mercato

----- Maximum Sharpe Ratio ~ SciPy -----
Beta : 0.9253963597975545
L'asset si muove nella stessa direzione del mercato ma la volatilità dell'asset può essere maggiore o minore rispetto a quella del mercato

----- Effettivo -----
Beta : 1.0318364192031635
L'asset si muove nella stessa direzione del mercato ma la volatilità dell'asset è maggiore rispetto a quella del mercato

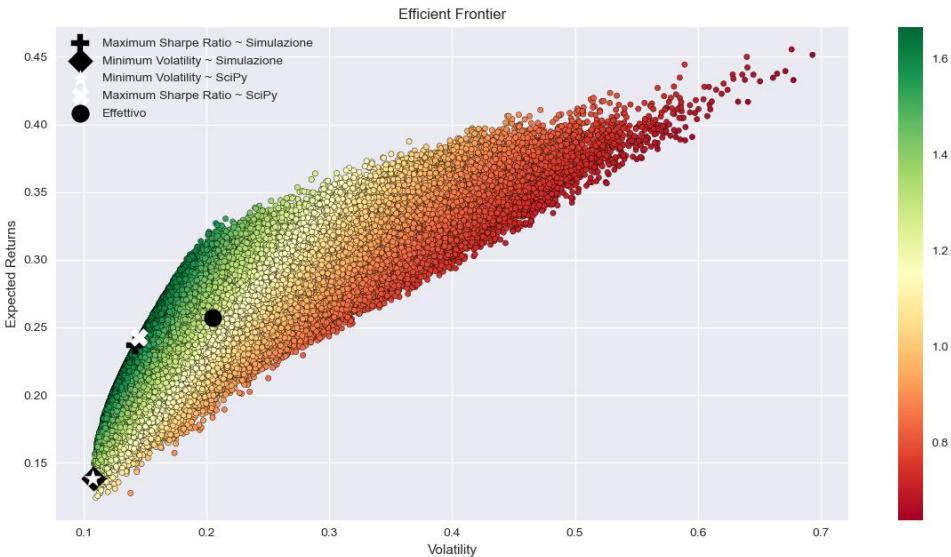
----- Massimo -----
Il portafoglio con valore beta maggiore è Effettivo con un valore di beta: 1.0318364192031635

----- Minimo -----
Il portafoglio con valore beta minore è Minimum Volatility ~ SciPy con un valore di beta: 0.7563429583997763
```

Per fare queste stampe ho sfruttato una funzione creata precedentemente, in questa situazione infatti con asset mi riferisco ad un portafoglio.

6.5 Confronto dei portafogli

Tutti i portafogli



Andamento rendimenti composti dei portafogli



Maximum Sharpe Ratio ~ Simulazione						
Performance						
Return:	23.7%	Volatility:	14.23%	Sharpe Ratio:	166.64%	
Weights						
AMZN:	39.29%	G00GL:	23.62%	STLA:	6.26%	TM: 15.69% PFE: 14.49% NVAX: 0.66%
Minimum Volatility ~ Simulazione						
Performance						
Return:	13.81%	Volatility:	10.83%	Sharpe Ratio:	127.52%	
Weights						
AMZN:	0.77%	G00GL:	21.04%	STLA:	0.29%	TM: 38.29% PFE: 39.15% NVAX: 0.44%
Minimum Volatility ~ SciPy						
Performance						
Return:	13.82%	Volatility:	10.73%	Sharpe Ratio:	128.76%	
Weights						
AMZN:	4.62%	G00GL:	14.53%	STLA:	0.0%	TM: 39.3% PFE: 41.55% NVAX: 0.0%
Maximum Sharpe Ratio ~ SciPy						
Performance						
Return:	24.26%	Volatility:	14.54%	Sharpe Ratio:	166.89%	
Weights						
AMZN:	42.64%	G00GL:	20.1%	STLA:	6.18%	TM: 17.35% PFE: 12.64% NVAX: 1.09%
Effettivo						
Performance						
Return:	25.73%	Volatility:	20.54%	Sharpe Ratio:	125.26%	
Weights						
AMZN:	16.67%	G00GL:	16.67%	STLA:	16.67%	TM: 16.67% PFE: 16.67% NVAX: 16.67%

Dal grafico dei rendimenti composti possiamo notare che il portafoglio effettivo rispetto agli altri ha un andamento più instabile ma riesce a trarre maggior vantaggio dalla crisi Covid-19 di inizio 2020.

7 Conclusioni

Sono stati considerati sei titoli in tre settori diversi:

- Tecnologico
 - Amazon
 - Google
- Automobilistico
 - Stellantis
 - Toyota Motors
- Medico-Farmaceutico
 - Pfizer
 - Novavax

I titoli sono stati analizzati nel periodo tra il 30 Novembre 2011 ed il 30 Novembre 2021.

In primo luogo, è stata fatto un'analisi sulle statiche descrittive dei titoli, sono stati analizzati in particolare i loro rendimenti, come sono distribuiti e come variano nel tempo, sono state controllate le correlazioni e le covarianze.

Successivamente è stata fatta un'analisi di previsione dei prezzi dei titoli sfruttando i modelli ARIMA e SVM. Sono state poi costruite delle strategie di trading sfruttando anche variabili come il volume.

Infine, è stata fatta una simulazione di gestione del portafoglio, creando dei portafogli ottimali sia con un metodo di simulazione che con un metodo analitico.

Il settore automobilistico, tra i tre presi in studio, è stato quello che ha risentito di più sulla crisi pandemica mondiale del Covid-19, infatti durante il periodo di lockdown ha chiuso la propria attività. Nonostante però la crisi dei semiconduttori dell'ultimo anno, i titoli appartenente a questo settore sono tornati a crescere velocemente.

Dei titoli presi in esame l'unica società a non aver risentito minimamente della pandemia è stata Novavax. Negli ultimi due anni è stato il titolo che è cresciuto maggiormente e la recente l'approvazione da parte della commissione europea del suo vaccino proposto, potrebbe rendere il titolo molto più appetibile.

L'altra società studiata apparente al settore farmaceutico, Pfizer, ha risentito poco della crisi del 2020 e l'esser stata una delle aziende che ha contribuito maggiormente alla campagna vaccinale dell'ultimo anno, gli ha permesso di far crescere di molto il proprio titolo in borsa raddoppiando quasi il proprio valore.

Il settore tecnologico è stato tra i meno colpiti dalla situazione Covid-19 infatti i titoli presi in esame hanno quasi raddoppiato il loro valore come nel caso di Amazon mentre Google lo ha quasi triplicato negli ultimi due anni.