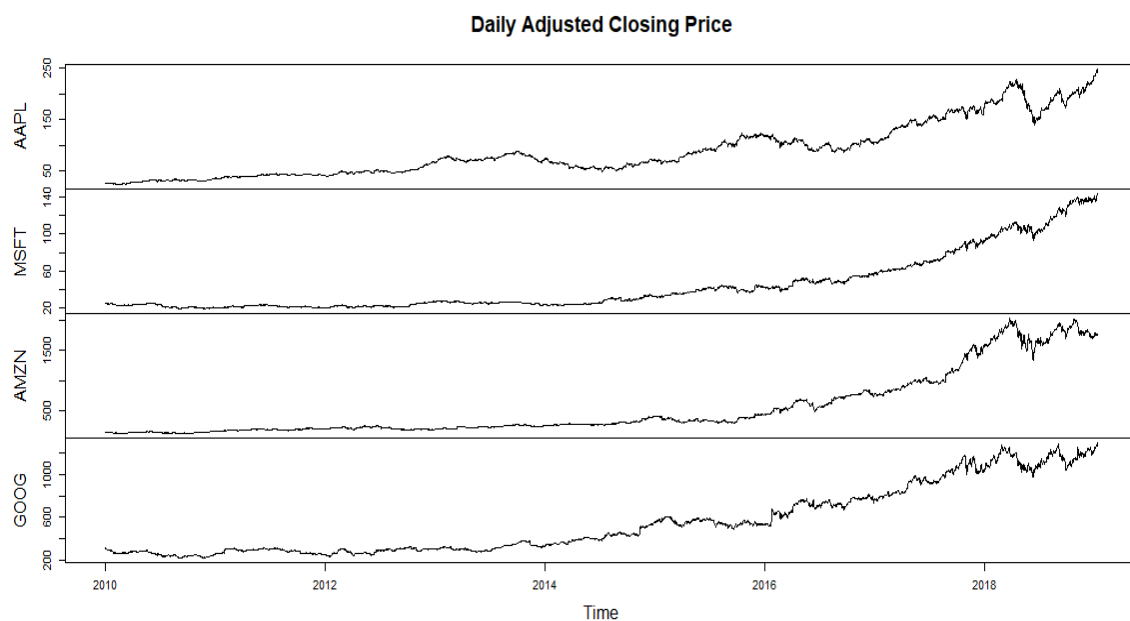
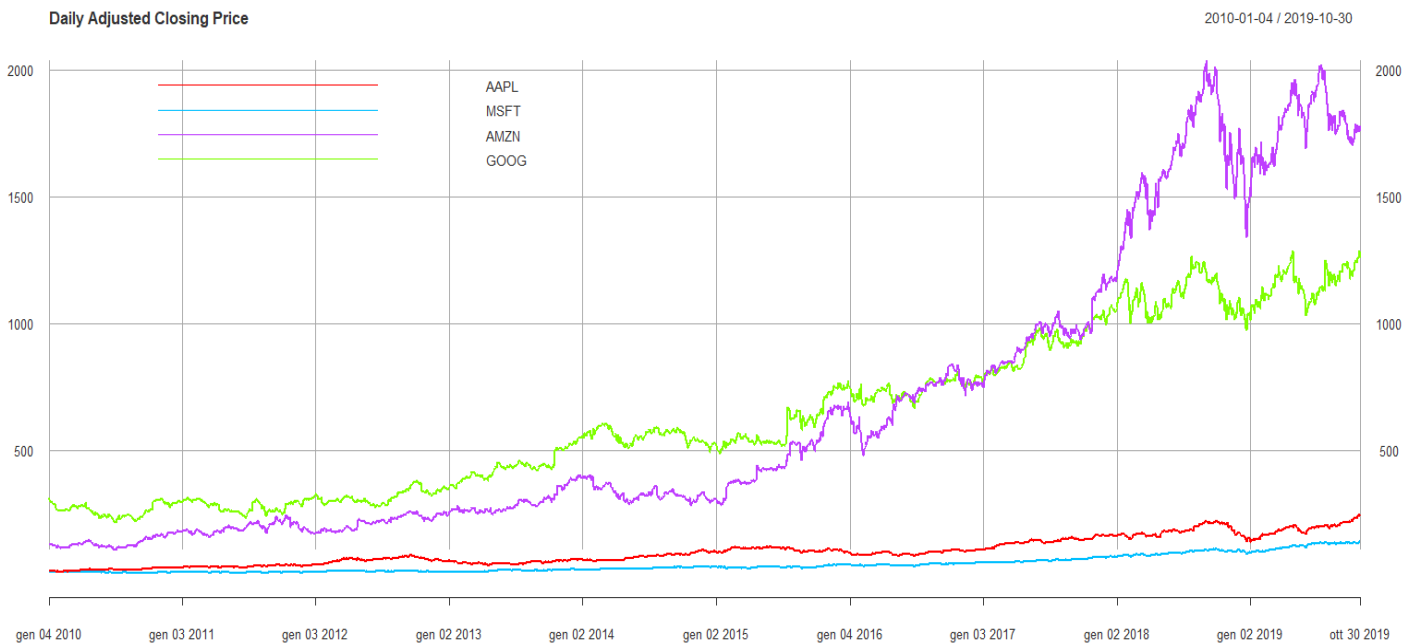


DATA SUMMARY

Il progetto svolto ha avuto come obiettivo l'acquisizione di dati e la loro analisi esplorativa e predittiva. Inoltre, è stata definita una strategia di gestione di portfolio.

I titoli azionari che sono stati presi in considerazione per la realizzazione del progetto sono Apple, Microsoft, Amazon e Google. L'arco temporale durante il quale sono stati analizzati i suddetti titoli va da gennaio 2010 ad ottobre 2019. I dati sono stati scaricati da Yahoo Finance.



Come si può osservare i quattro titoli nell'arco temporale considerato sono stati interessati da una grande crescita.

Concentrandoci sulla crescita dei singoli titoli prendendo in considerazione il prezzo di chiusura aggiustato, mantenendo la base giornaliera:



APPLE:

Apple fa il suo ingresso nella borsa americana il 19 dicembre 1980 con un valore di circa 3 dollari ad azione.

Il 4 gennaio 2010 l'adjusted closing price di AAPL era 26.6. Il 30 ottobre 2019 ha raggiunto il valore di 242.53.

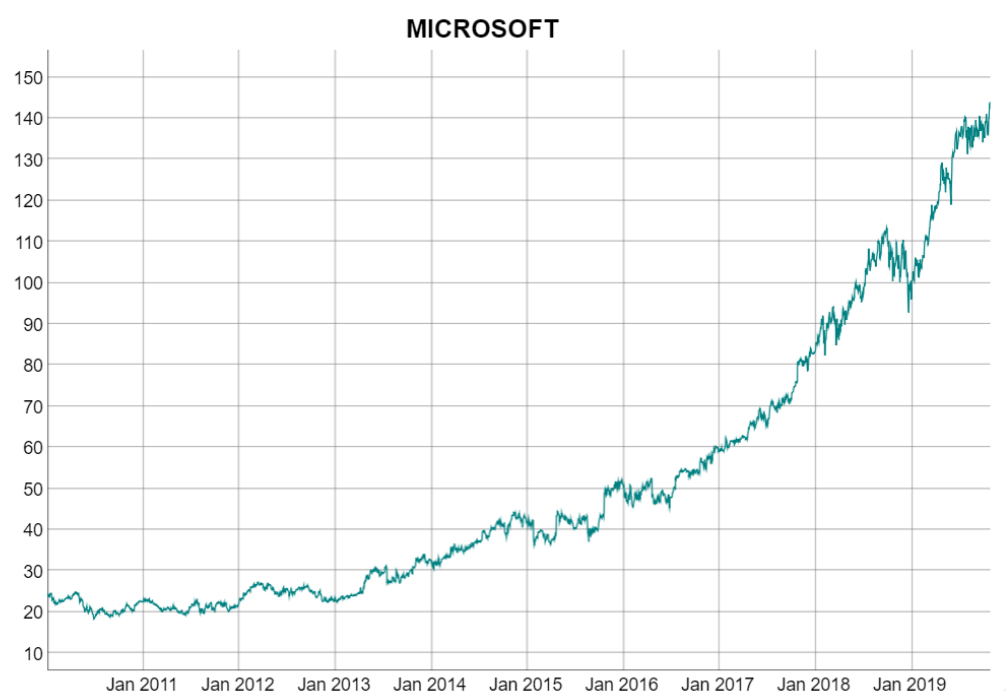
Dal 2011 Apple riesce a imporsi come una delle più grandi aziende per capitalizzazione azionaria. Alcuni dei picchi negativi riguardanti il titolo si possono osservare sul finire del 2012 e a circa metà del 2015. Un altro colpo basso per il titolo è stato registrato intorno alla fine del 2018.

MICROSOFT:

Microsoft viene quotata in borsa per la prima volta nel 1986.

Il 4 gennaio 2010 l'adjusted closing price di MSFT era 24.36. Il 30 ottobre 2019 ha raggiunto il valore di 144.12.

Il titolo è andato incontro ad un grande ribasso alla fine di dicembre 2018, un periodo nero per la borsa in generale.





AMAZON:
Amazon entra in borsa a maggio 1997.

Il 4 gennaio 2010 l'adjusted closing price di AMZN era 133.9.
Il 30 ottobre 2019 ha raggiunto il valore di 1779.99.

A dicembre 2018 il titolo ha

avuto un crollo ed è stato uno dei risultati più negativi a seguito della recessione del 2008.

GOOGLE:

Google viene quotata per la prima volta in borsa nel 2004.

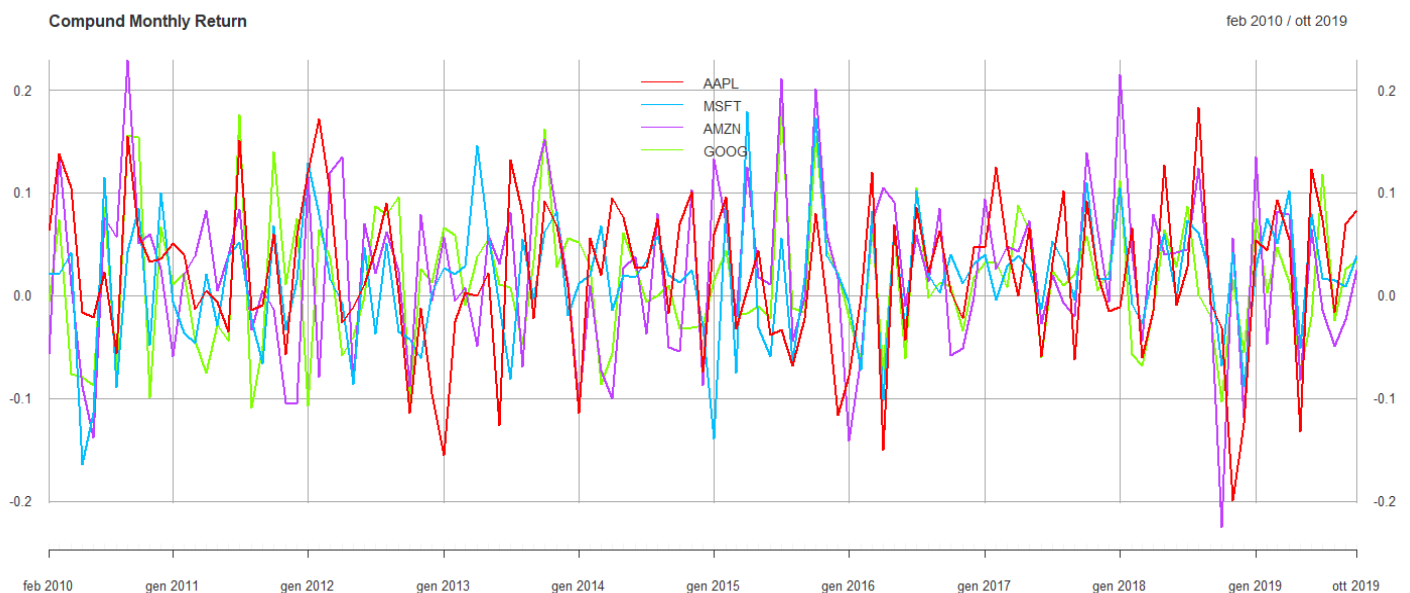
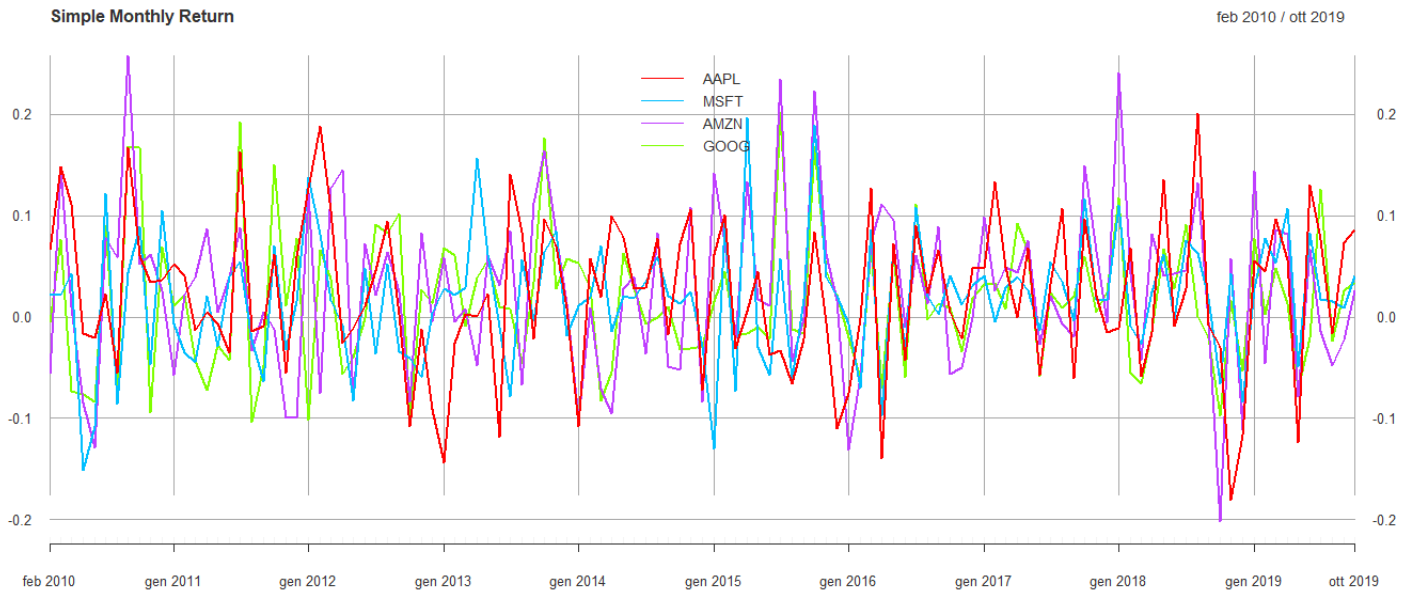
Il 4 gennaio 2010 l'adjusted closing price di GOOGL era 312.2. Il 30 ottobre 2019 ha raggiunto il valore di 1261.29.

Durante luglio 2015 il titolo va incontro ad una grande crescita, in seguito ai risultati molto positivi ottenuti nei mesi precedenti.



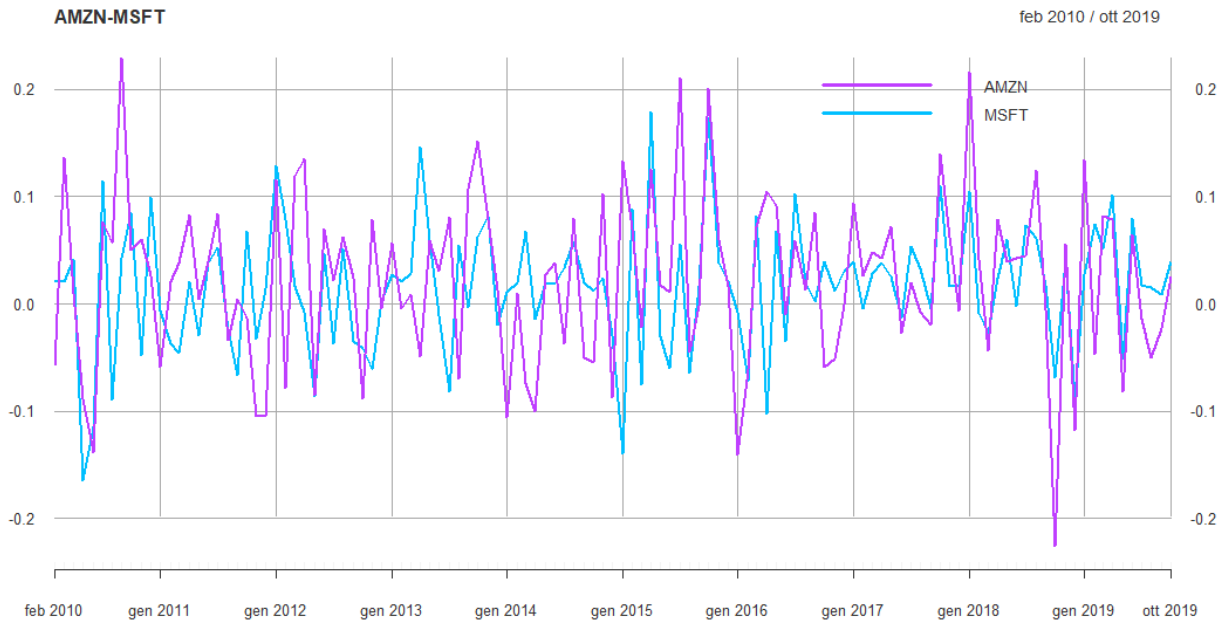
DESCRIPTIVE ANALYTICS

Considerando i dati relativi ai prezzi di chiusura aggiustati su base mensile sono stati calcolati per ogni stock i ritorni semplici e composti.

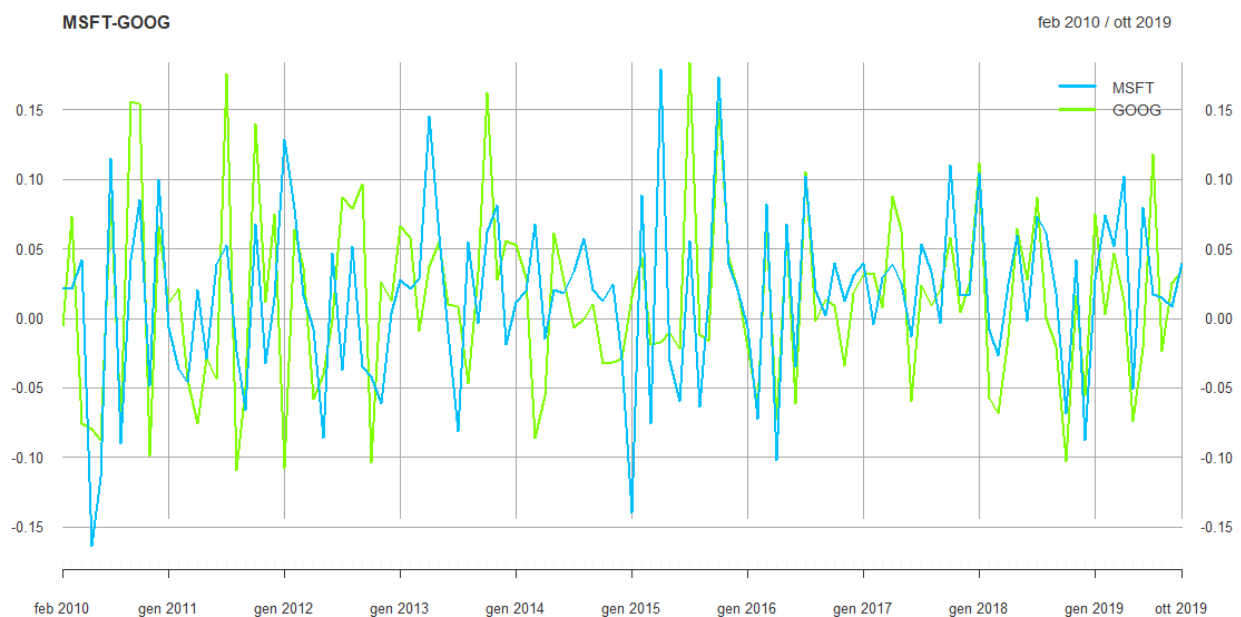


Per comprendere meglio i dati si possono utilizzare dei grafici interattivi (utilizzando dygraph). In aggiunta per studiare meglio le relazioni tra i singoli titoli sono stati generati ulteriori grafici riguardanti i ritorni composti.

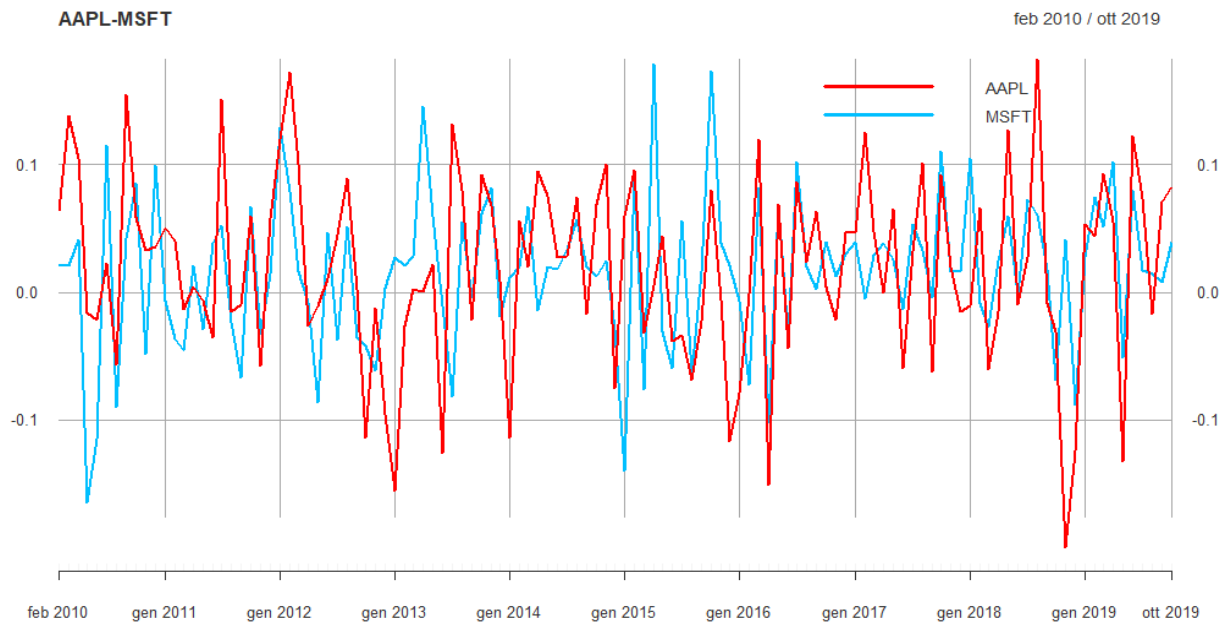
Per avere una maggiore chiarezza sono stati considerati i titoli a due a due in modo tale da evidenziare le somiglianze o differenze tra di essi. I grafici qui di seguito rappresentano dunque i ritorni composti ad essi associati, presi a due a due.



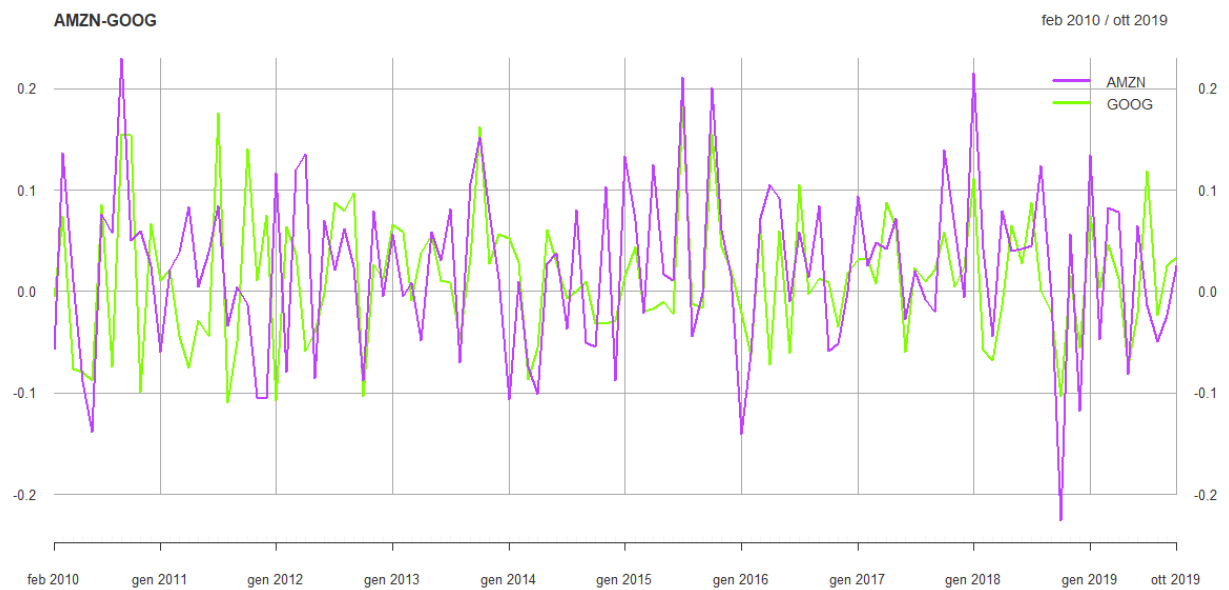
Analizzando il grafico sopra è possibile vedere diversi picchi positivi e negativi nell'andamento della serie dei ritorni composti per i titoli considerati. Nel 2015, ad esempio, ci sono dei picchi molto positivi sia per Amazon che per Microsoft che corrispondono dunque a ritorni più elevati del solito. D'altra parte, il grafico evidenzia un'elevata volatilità in particolar modo per Amazon. Ciò si può notare ad esempio nella caduta del 2019, dove vi è un picco molto negativo.

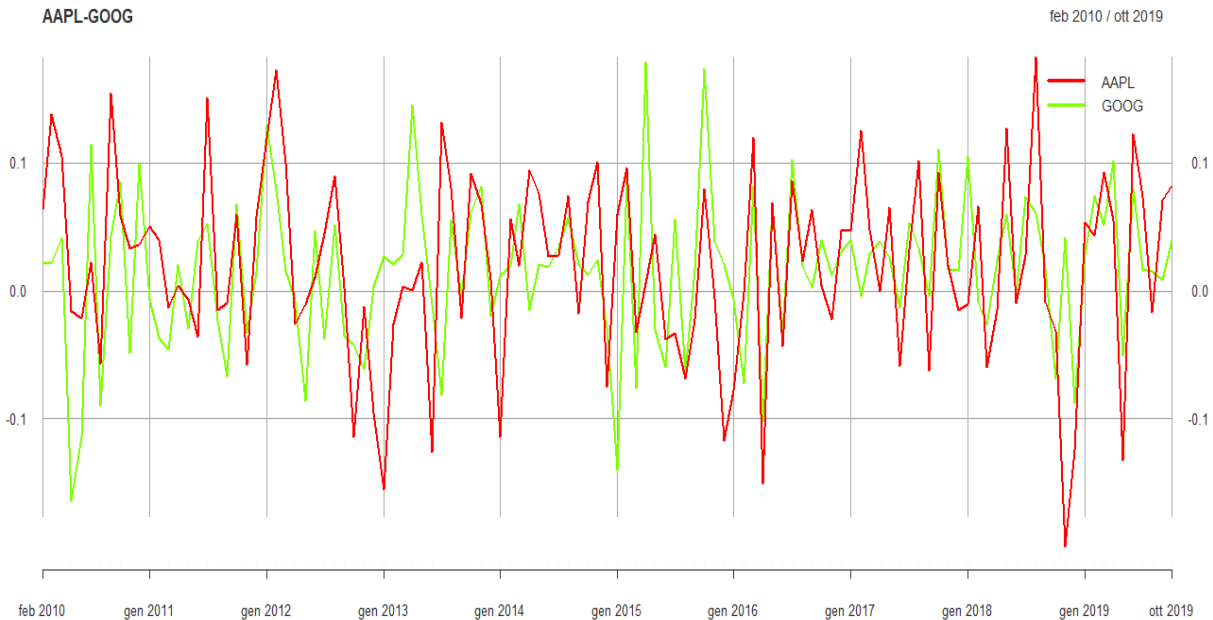
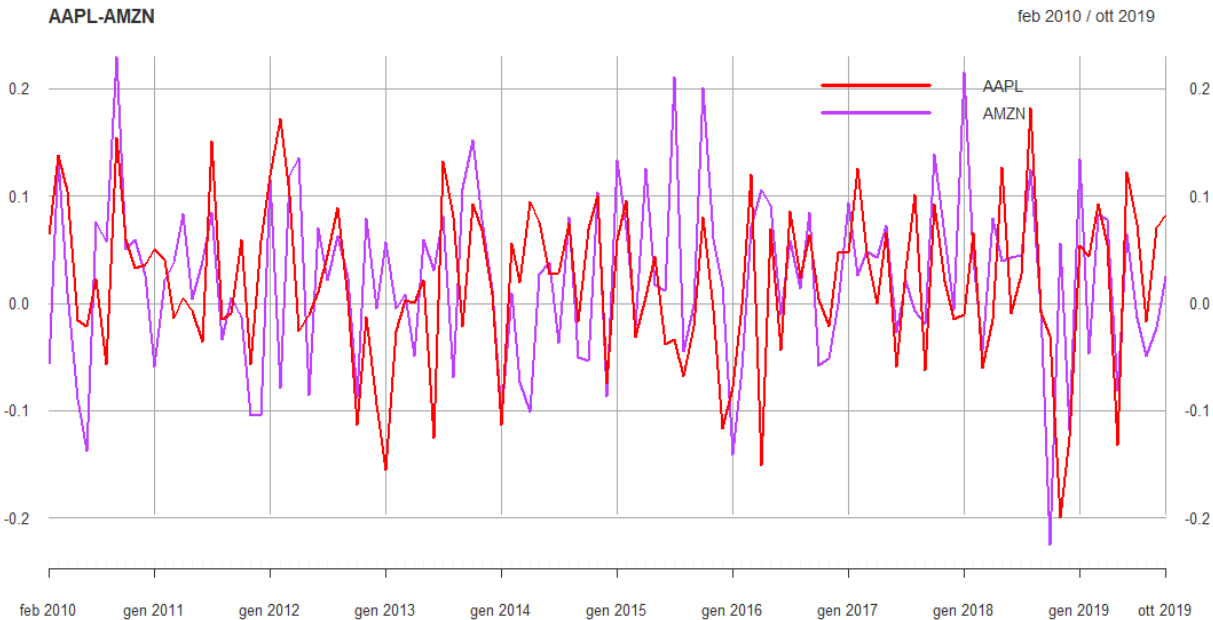


Si può osservare dal grafico un picco molto elevato per Google nel corso del 2015.

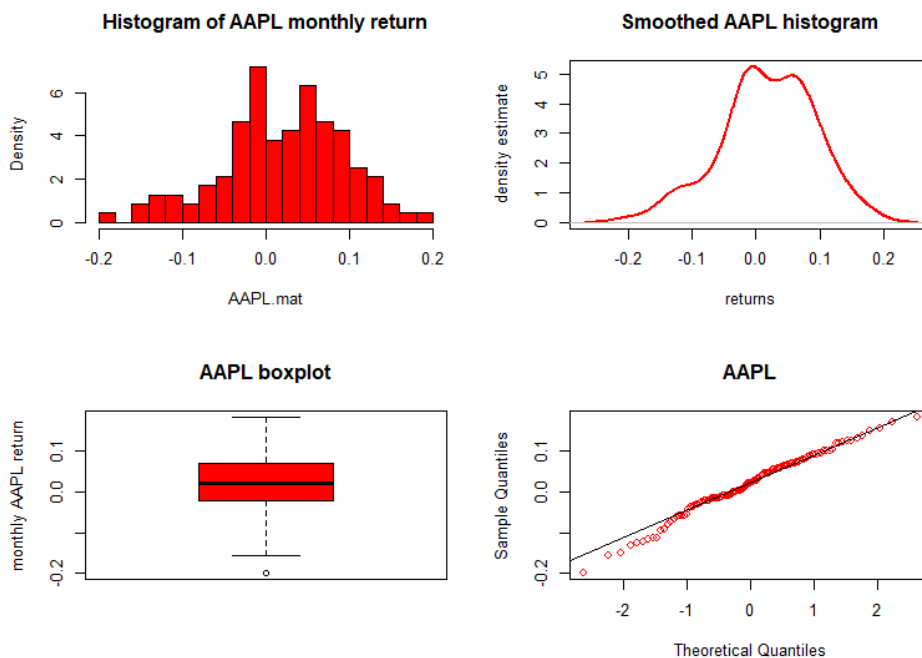


Microsoft va incontro a ritorni molto positivi nel 2015. Nei primi mesi nel 2010 invece è possibile identificare un picco negativo. Apple ha ritorni particolarmente positivi all'inizio del 2012. Nel 2018 ad un picco positivo segue poi una grande caduta. La caduta di fine 2018 è possibile identificarla anche nelle serie degli altri titoli considerati.





Per ognuno dei quattro titoli azionari scelti sono stati generati quattro grafici diagnostici. Nella parte in alto a sinistra vi è un istogramma il cui scopo è quello di descrivere la forma della distribuzione dei dati. Per avere però un modo più efficiente per visualizzare la distribuzione di una variabile si ricorre al grafico in alto a destra. In basso a sinistra è presente un boxplot, utilizzato per esaminare importanti proprietà statistiche di una variabile. Infine, in basso a destra è rappresentato il qqplot, utile per mettere a confronto i quantili di due distribuzioni. I grafici sono realizzati sulla base dei ritorni composti.

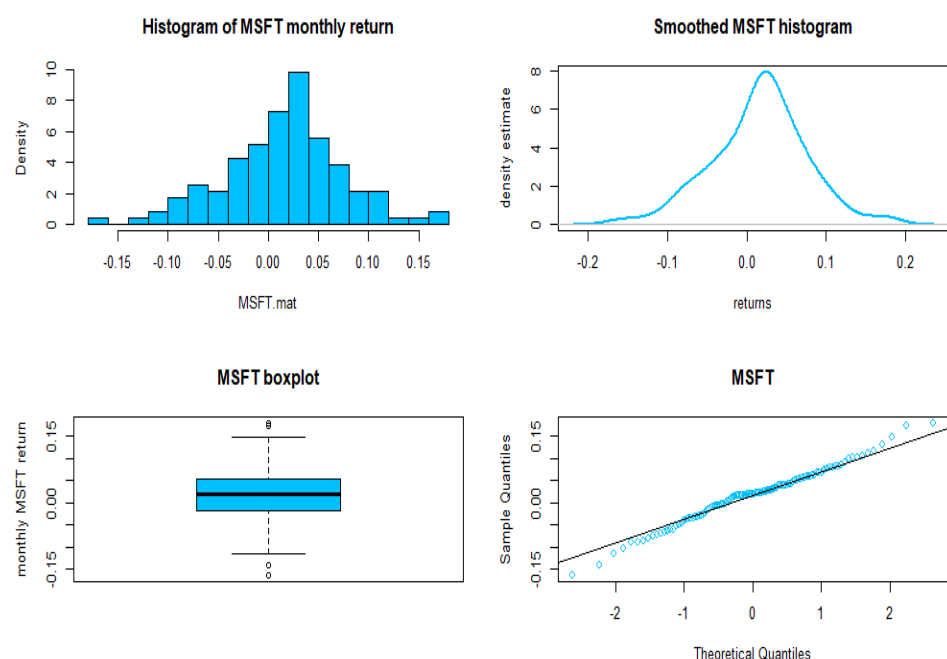


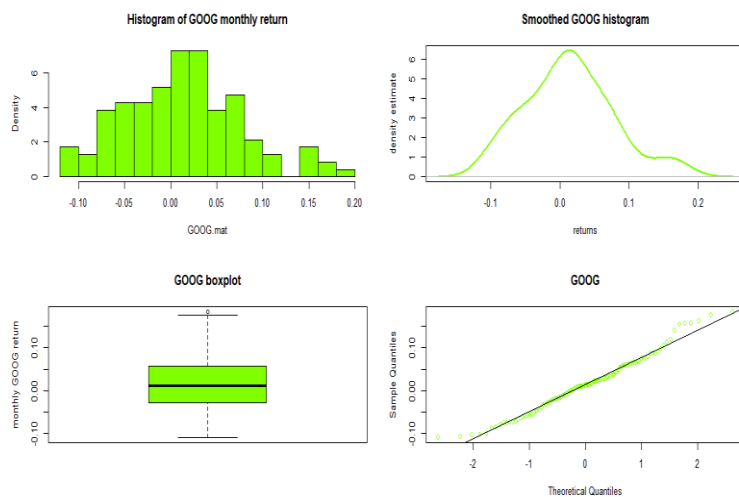
APPLE:

La maggior parte dei ritorni assume dei valori positivi. Come si può constatare dal qq-plot e con i dati presentati nelle pagine successive Apple è il titolo che presenta la distribuzione dei ritorni meno somigliante ad una distribuzione normale.

MICROSOFT:

Rispetto ai boxplot relativi agli tre titoli in quello di Microsoft si possono individuare più outliers, ovvero valori anomali che si discostano molto dalle altre osservazioni.

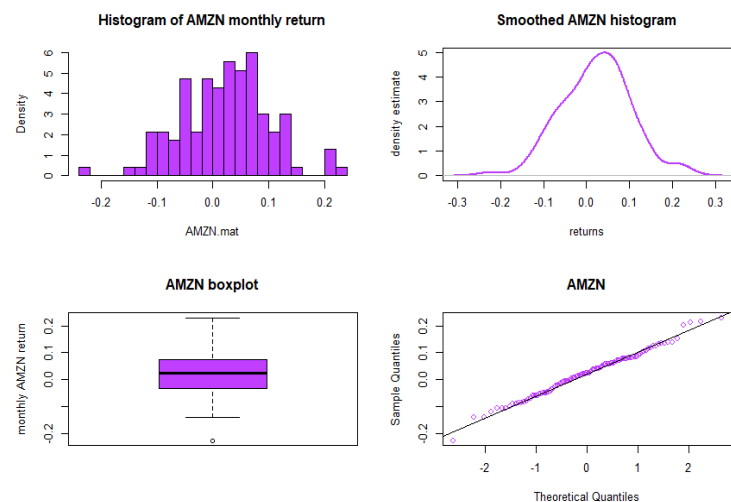


**GOOGLE:**

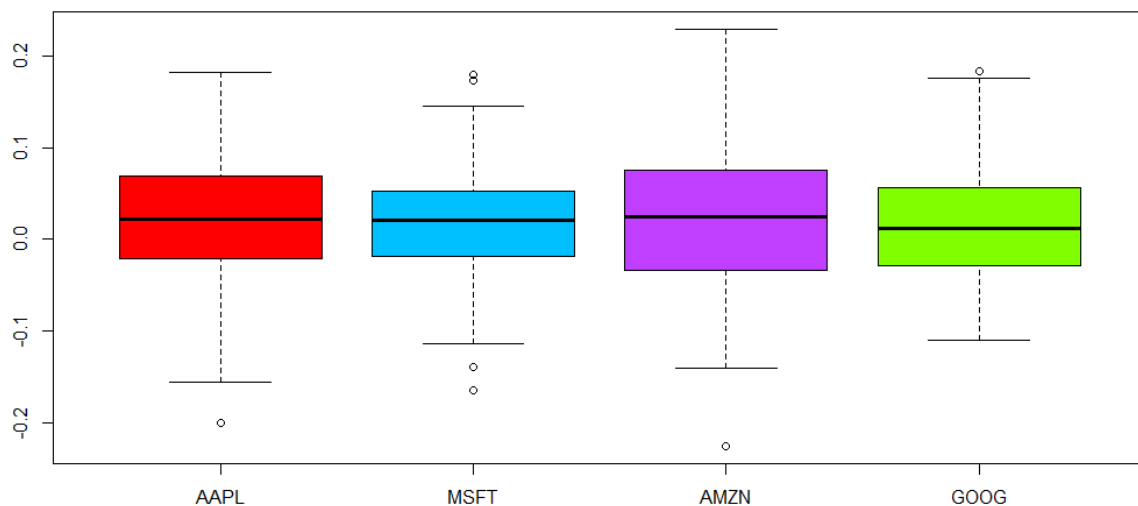
La frequenza dei valori più alta si trova a sinistra della media come si può osservare dall'istogramma.

AMAZON:

Nel caso di Amazon, ad esempio rispetto Google, è possibile notare che le perdite sono più elevate. In base ai valori di skewness calcolati successivamente è il titolo la cui distribuzione dei ritorni assomiglia maggiormente ad una distribuzione normale.



Per avere un confronto più diretto considerando i soli box-plots dei quattro titoli:



Successivamente sono state calcolate le statistiche descrittive per ciascuna serie di ritorni. In particolar modo sono state prese in considerazione: varianza, deviazione standard, skewness, kurtosis e quantiles.

Ecco una tabella riassuntiva di esse:

	MEAN	VARIANCE	STANDARD DEVIATION	SKEWNESS	KURTOSIS
AAPL	0.01981523	0.005420782	0.07362596	-0.38689812	0.11574741
MSFT	0.01599514	0.003630559	0.06025412	-0.17064412	0.55332373
AMZN	0.02267329	0.006387189	0.07991989	-0.04906519	0.27868696
GOOG	0.01336765	0.004175347	0.06461693	0.36498301	-0.02204058

Dalla tabella si può comprendere che Amazon è il titolo con media dei riorni maggiore e con il valore maggiore di varianza e di conseguenza il titolo più volatile tra i quattro. Sarà esposto a forti fluttuazioni di valore a fronte di variazioni, magari anche limitate, dei prezzi di mercato. Il valore minore della media dei ritorni è assunto da Google mentre Microsoft è il titolo con minore varianza. Un altro indicatore di rischio è la deviazione standard, il cui valore maggiore è assunto sempre da Amazon mentre il valore minore da Microsoft. Avendo un valore elevato significa quindi che il ritorno atteso presenta un'ampia volatilità, ossia un elevato grado di incertezza. Nel caso di valori bassi, invece, la probabilità di ottenere un rendimento vicino a quello medio diventa maggiore.

Per quanto riguarda la skewness essa determina se la distribuzione dei dati è simmetrica. Viene perciò determinato se la maggior parte dei valori di distribuzione giace a sinistra o a destra della media. La skewness della distribuzione normale è zero, mostrando una quantità identica dei dati su entrambi i lati della media.

= 0: i dati presentano una distribuzione normale

> 0: i dati sono asimmetrici con una inclinazione verso sinistra. La frequenza di valori più alta si trova a sinistra del centro e la coda destra è più lunga della coda sinistra

< 0: i dati sono asimmetrici con una inclinazione verso destra. La frequenza dei valori più alta si trova a destra della media e la coda sinistra è più lunga della coda destra

Nel caso di Google, ad esempio, il valore di skewness è positivo e ciò significa che la maggior parte dei valori si troverà a sinistra e si avrà una coda destra più lunga rispetto ad una distribuzione normale (come si può vedere dal grafico nella pagina precedente). Ciò indica anche che le perdite piccole saranno numerose ma i guadagni pur essendo pochi saranno elevati.

La Kurtosis, invece, descrive la forma della distribuzione di frequenza. Può assumere i seguenti valori:

= 0: la coda è come quella di una distribuzione normale

> 0: la distribuzione ha code più pesanti rispetto a quelle di una distribuzione normale

< 0: la distribuzione ha code più leggere rispetto a quelle di una distribuzione normale

I quattro titoli, eccetto Google, presentano tutti un valore di kurtosis positivo, il che implica che le loro distribuzioni presentano delle code più pesanti rispetto a quelle di una distribuzione normale.

Questi risultati è possibile verificarli nei grafici delle pagine precedenti.

Riguardo i quantili:

	AAPL	MSFT	AMZN	GOOG
0%	-0.19991250	-0.16416066	-0.22588695	-0.10971544
25%	-0.02104669	-0.01906344	-0.03330980	-0.02889093
50%	0.02248599	0.02026421	0.02507595	0.01132534
75%	0.06948881	0.05244610	0.07602160	0.05608045
100%	0.18267333	0.17920136	0.22967506	0.18391803

Tramite essi, essendo degli indici di posizione non centrali, è possibile analizzare come vengono suddivisi l'insieme dei valori considerati.

È stata calcolata anche la volatilità di ogni singolo titolo azionario e il tutto è stato visualizzato mediante un barplot. La volatilità è una misura della variazione percentuale del prezzo di uno strumento finanziario nel corso del tempo. In breve, è un indice del grado di fluttuazioni dei ritorni di uno strumento finanziario.



Come è possibile osservare dal grafico si può constatare che il titolo, fra quelli scelti, più volatile è Amazon. Ciò vuol dire che bisogna considerare possibili oscillazioni prezzo di esso anche molto consistenti nel breve periodo. Il titolo meno volatile risulta essere, invece, Microsoft.

A seguire sono state calcolate le matrici di covarianza e di correlazione.

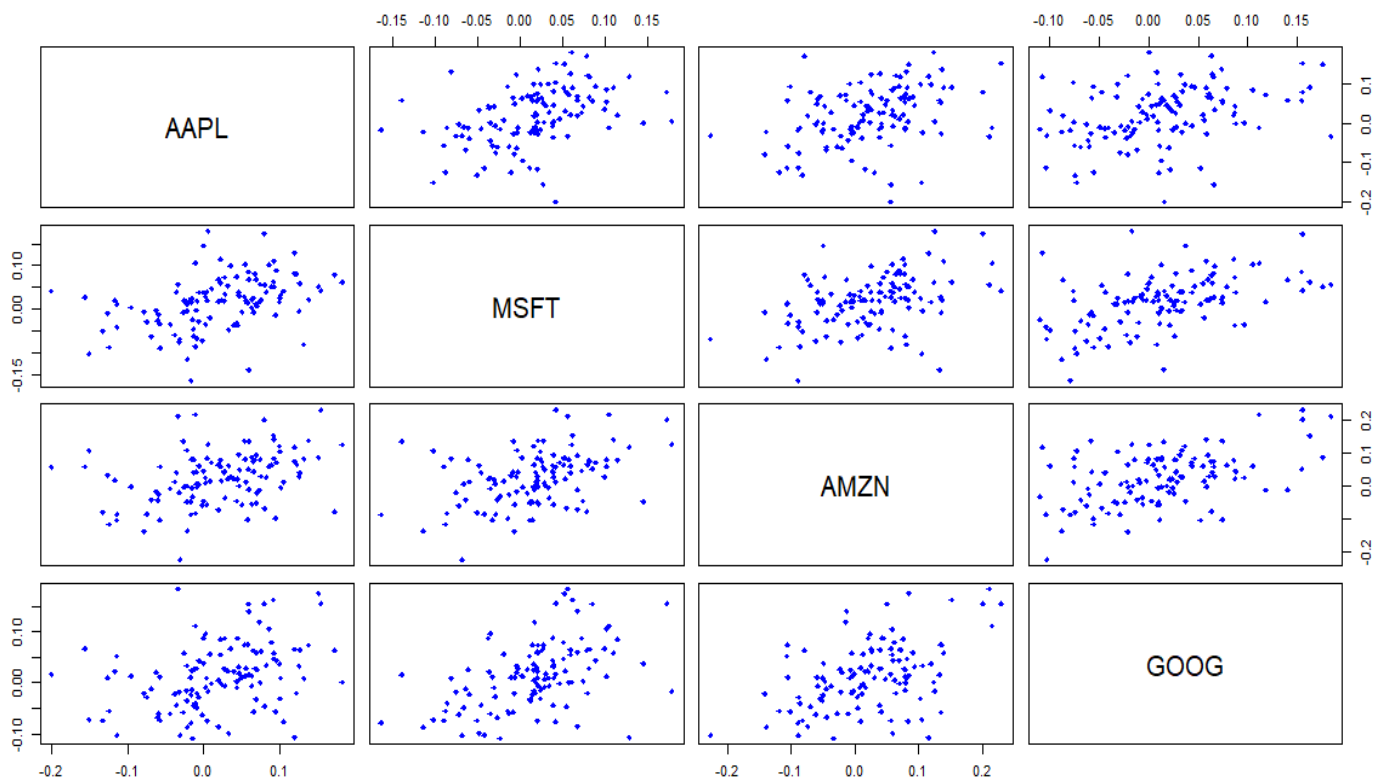
	AAPL	MSFT	AMZN	GOOG
AAPL	0.005420782	0.001806696	0.002024715	0.001635556
MSFT	0.001806696	0.003630559	0.001969761	0.001899068
AMZN	0.002024715	0.001969761	0.006387189	0.002450915
GOOG	0.001635556	0.001899068	0.002450915	0.004175347

Matrice di covarianza: La covarianza misura quanto due variabili si muovono insieme. Più precisamente se la covarianza tra due titoli assume un valore positivo significa che si muoveranno lungo la stessa direzione. Altrimenti tenderanno a muoversi in direzione opposte. Nel caso dei quattro titoli considerati tutte le coppie presentano un valore positivo di covarianza. Questo è dovuto anche al fatto che si tratta di quattro titoli tecnologici che presentano diverse analogie tra essi per quanto riguarda il loro mercato.

	AAPL	MSFT	AMZN	GOOG
AAPL	1.0000000	0.4072560	0.3440948	0.3437860
MSFT	0.4072560	1.0000000	0.4090457	0.4877614
AMZN	0.3440948	0.4090457	1.0000000	0.4745992
GOOG	0.3437860	0.4877614	0.4745992	1.0000000

Matrice di correlazione: Per determinare la forza della relazione che lega due titoli è utile studiare l'indice di correlazione. In particolare, se esso è pari ad 1 i due titoli si muoveranno perfettamente insieme, se è pari a -1 si muoveranno perfettamente in direzioni opposte e se pari a 0 si muoveranno in direzioni casuali tra loro. L'indice di correlazione può oscillare tra -1 e +1. Osservando la tabella si può giungere alla conclusione che tra i titoli maggiormente correlati, seppur di poco, vi sono Microsoft e Google mentre tra quelli meno correlati si possono distinguere Amazon e Apple.

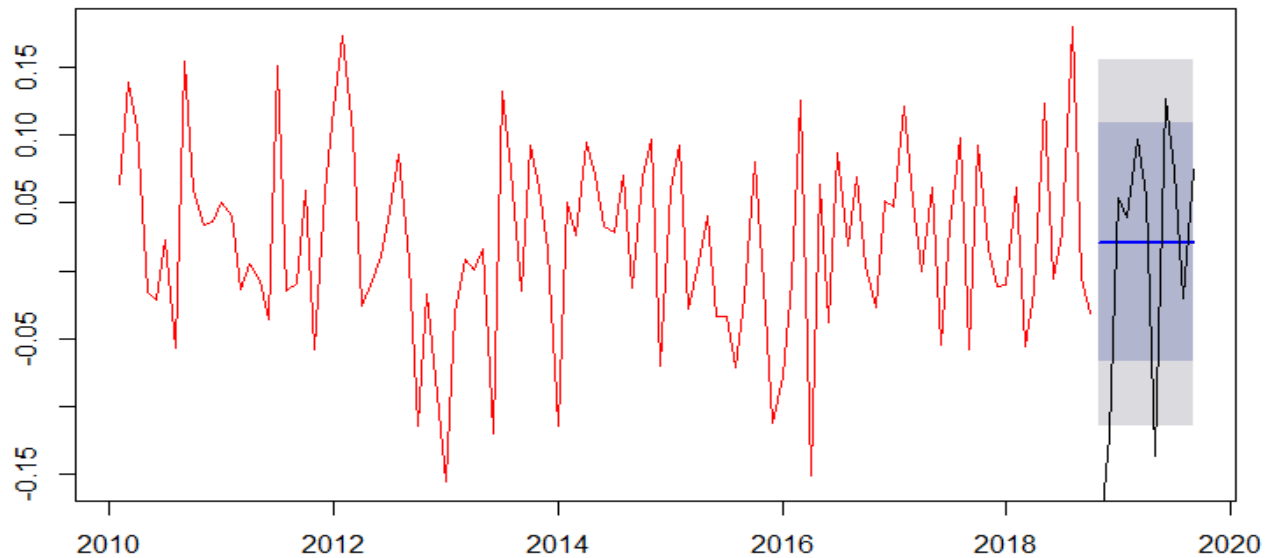
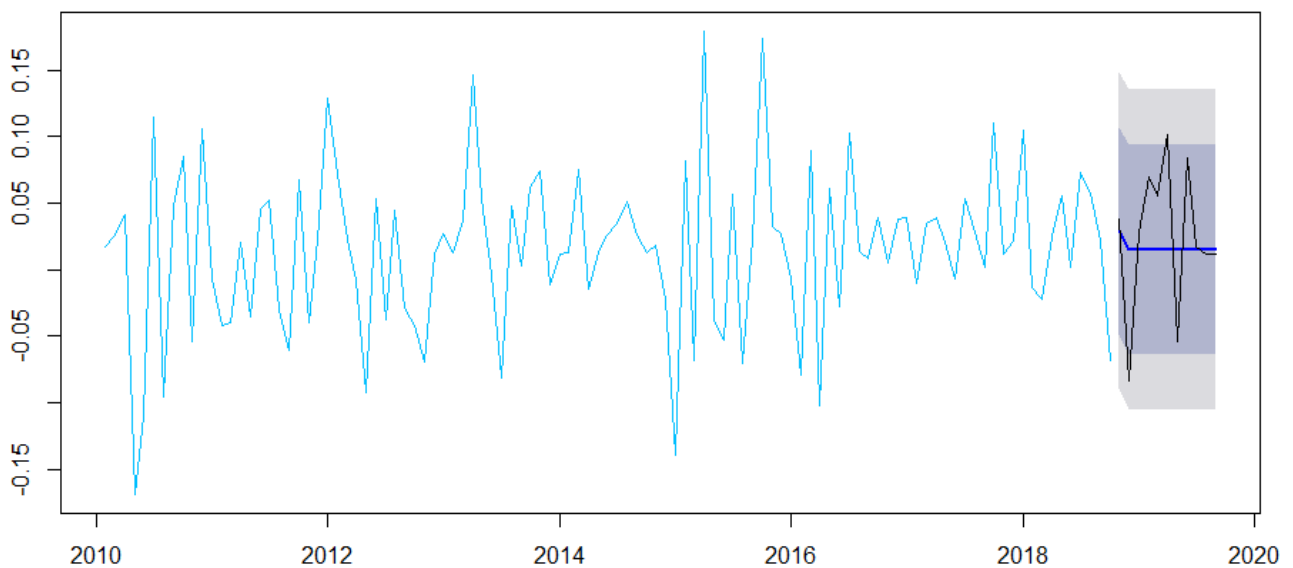
A conclusione dell'analisi descrittiva è stato generato uno scatter-plot, un particolare tipo di grafico che permette di capire se i dati si concentrano attorno a qualche curva in particolare.



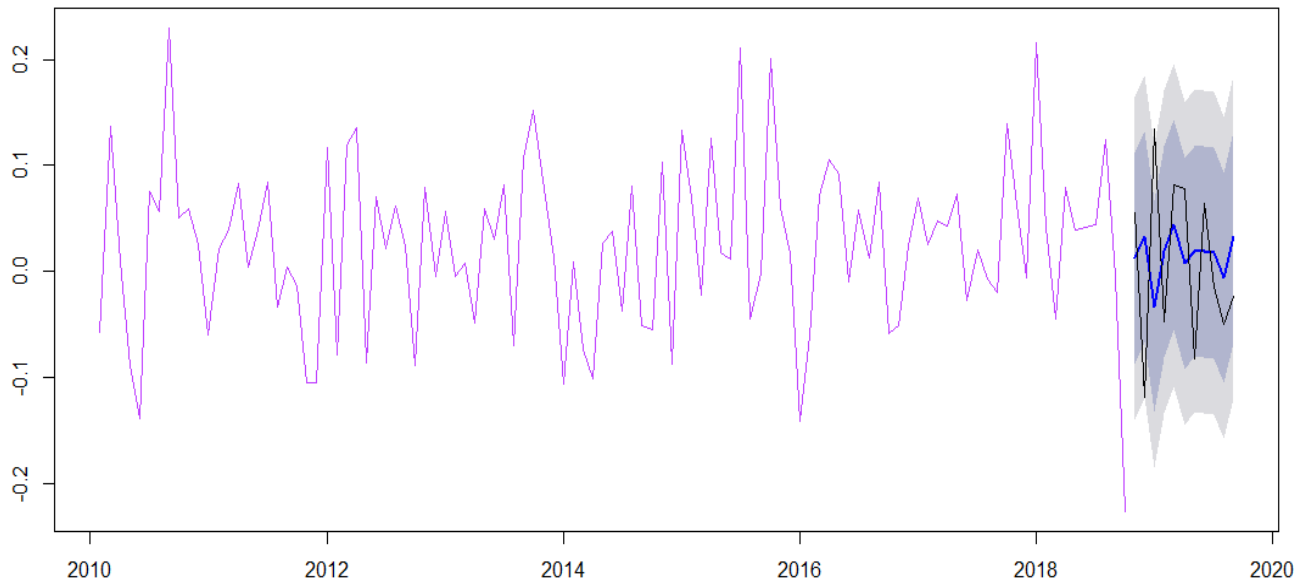
Questo grafico conferma le osservazioni fatte precedentemente, sottolineando una maggiore correlazione tra i titoli Google e Microsoft e una minore correlazione tra Apple e Amazon. Dal grafico è possibile comprendere che la correlazione tra i vari titoli presi a coppie risulta essere sempre positiva.

PREDICTIVE ANALYTICS

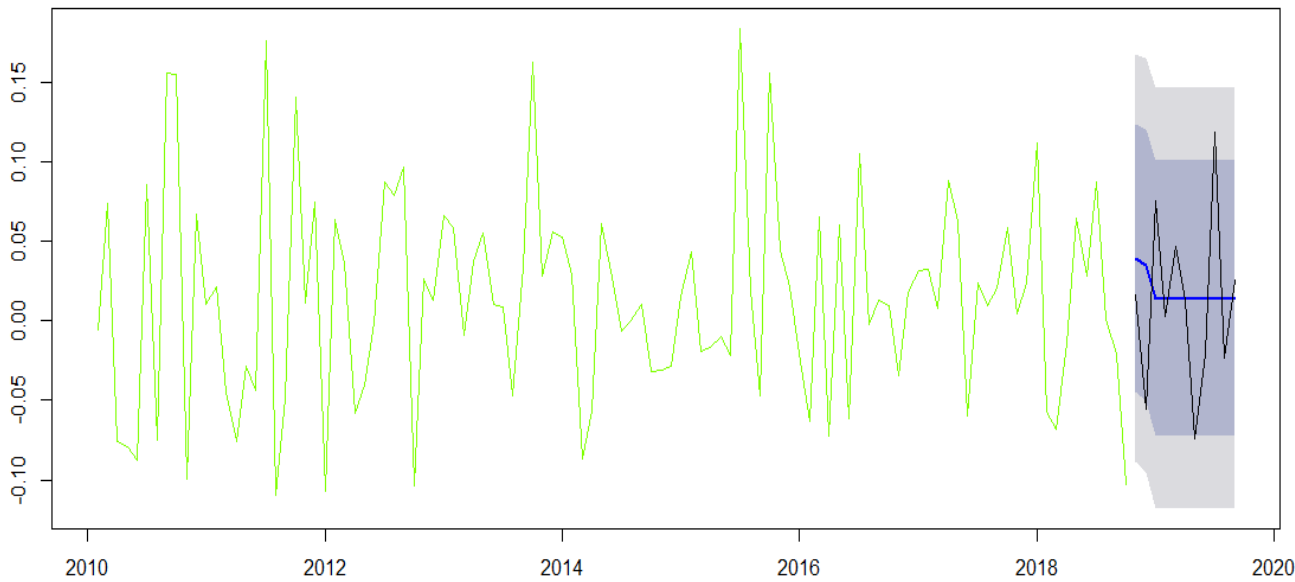
È stato utilizzato il modello ARIMA (Modello autoregressivo integrato a media mobile) per eseguire un'analisi predittiva sull'andamento dei quattro titoli considerati.

ARMA forecasts for AAPL returns**ARMA forecasts for MSFT returns**

ARMA forecasts for AMZN returns



ARMA forecasts for GOOG returns



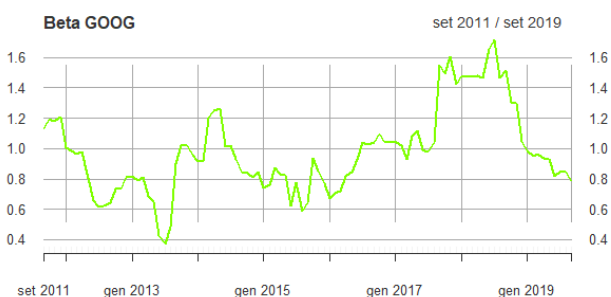
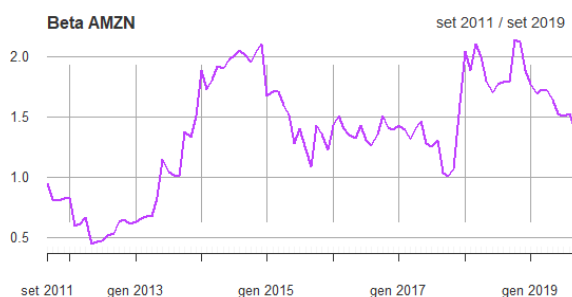
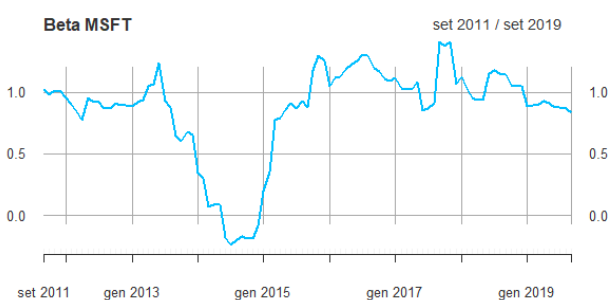
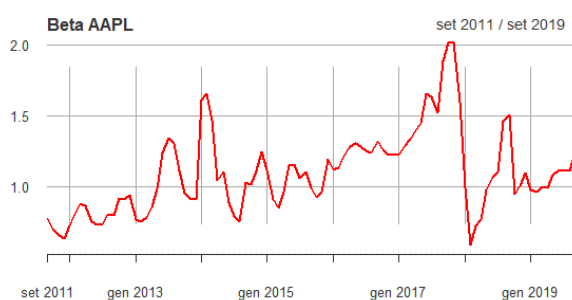
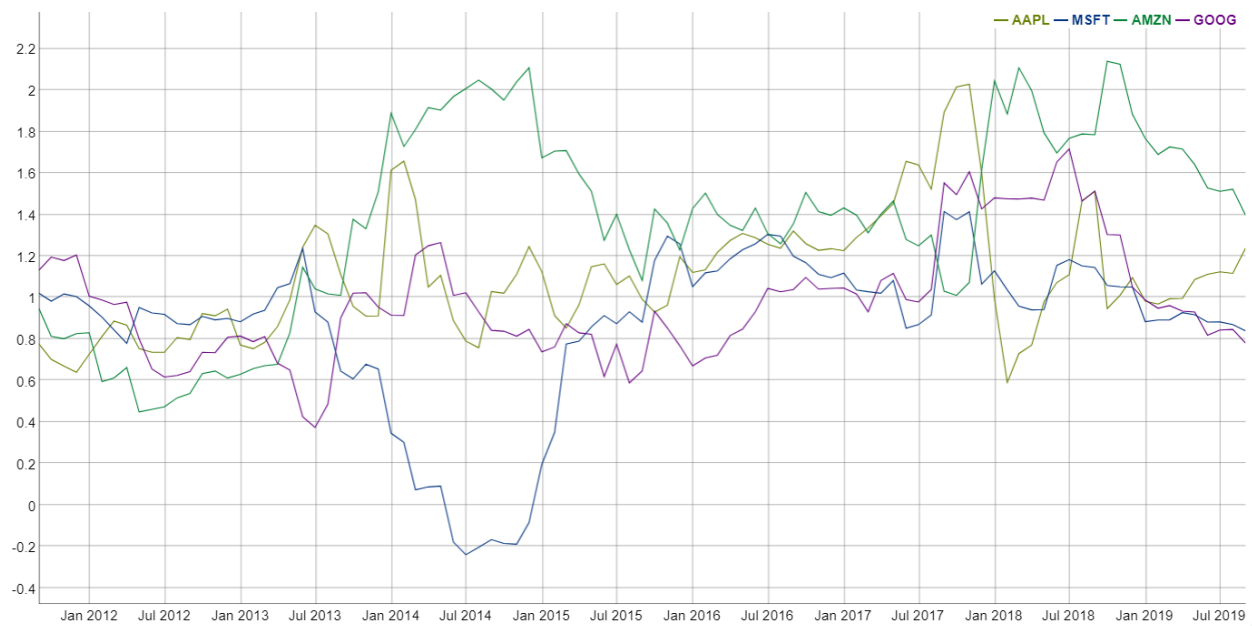
BETA COMPUTATION

Il beta è un parametro che misura quanto ampia può essere la variazione del prezzo di un titolo al variare dell'indice di riferimento. Beta può assumere valori:

< 0: il titolo tenderà a muoversi in direzione opposta al mercato

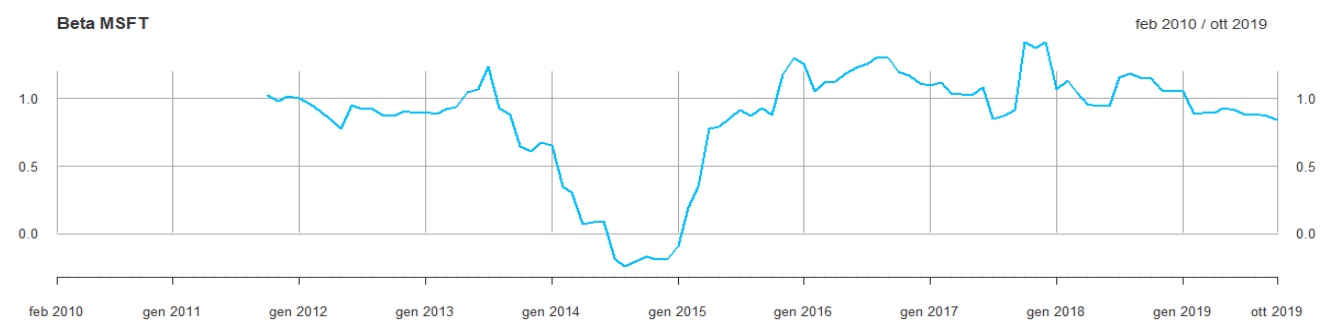
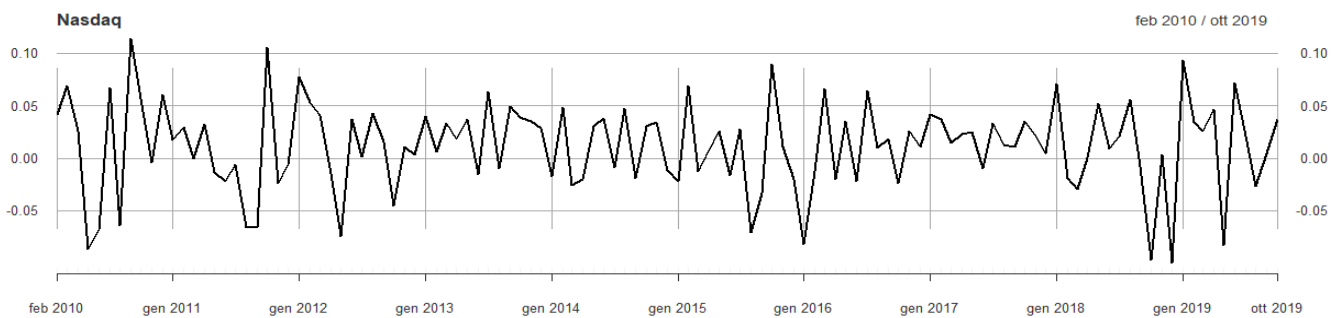
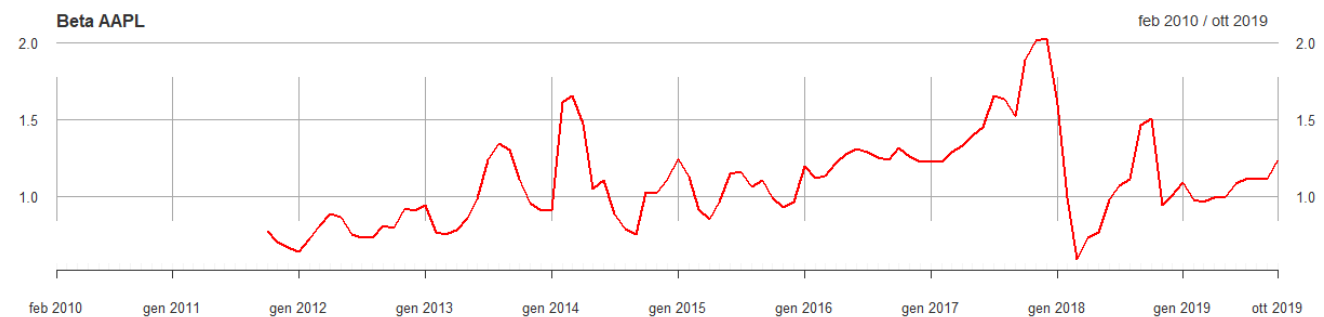
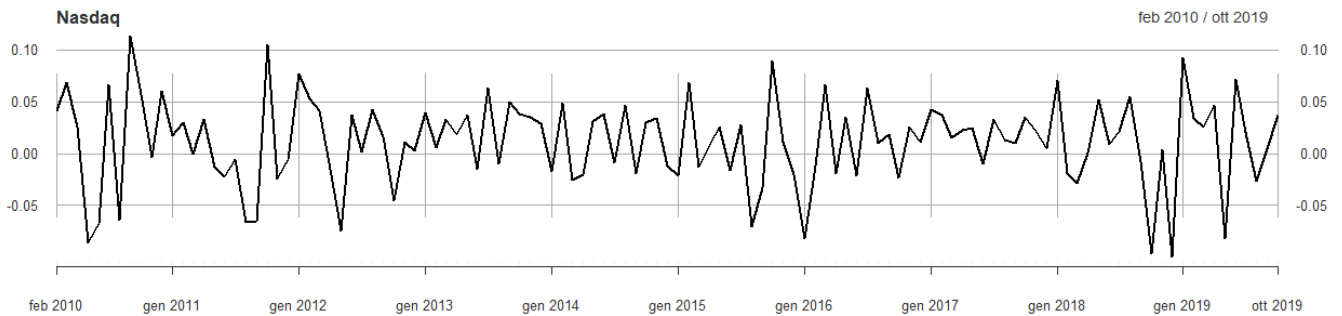
0 < beta < 1: il titolo presenterà delle variazioni nella stessa direzione dell'indice seppur inferiori

> 1: il titolo amplificherà il movimento dell'indice di mercato, con variazioni dunque superiori



L'indice di riferimento che è stato scelto è NASDAQ (National Association of Securities Dealers Automated Quotation). Istituito nel febbraio del 1971 esso l'indice dei principali titoli tecnologici della borsa americana

Nei grafici a seguire viene rappresentato per ciascun titolo l'andamento del suo beta e l'andamento dell'indice di riferimento considerato.





Come è possibile osservare da questi grafici in poche occasioni i titoli considerati hanno registrato un valore di beta inferiore a 0, cioè raramente il loro andamento è stato opposto a quello del mercato. Considerando Amazon il valore di beta raggiunge valori ben superiori a uno, ad esempio a ridosso del 2015 e nel corso del 2018. Ciò significa che il titolo soprattutto durante quegli archi temporali è stato più volatile del mercato.

PORTFOLIO MANAGEMENT

Per la gestione del portfolio è stato utilizzato il modello media-varianza in maniera tale da avere il massimo ritorno possibile e al tempo stesso il minor rischio. Viene fornito un budget iniziale di 50000 dollari.

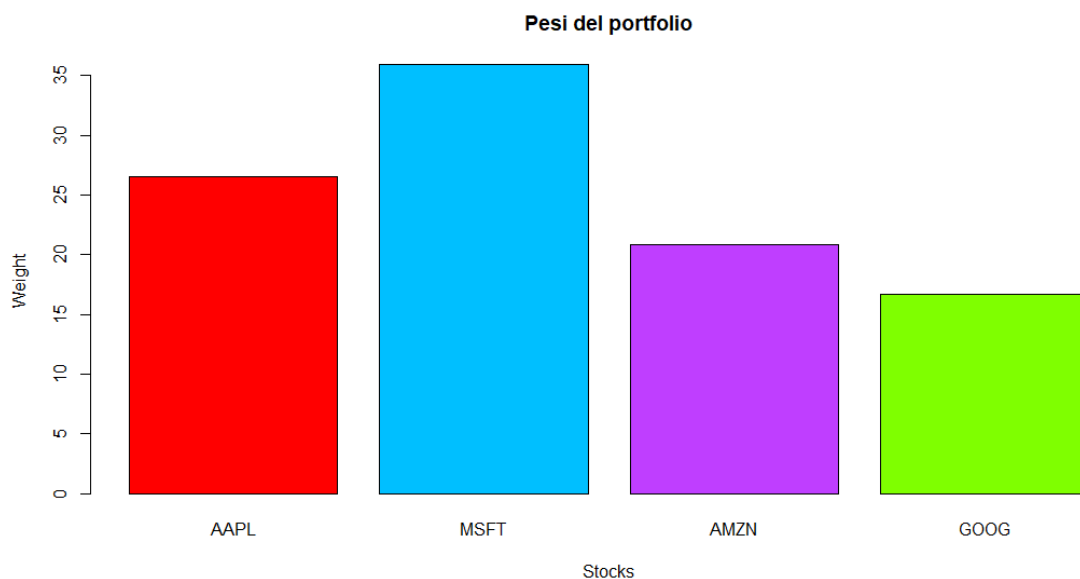
Tramite la funzione “portfolio.optim” viene identificato il portfolio migliore e di conseguenza anche i pesi ottimali per singolo titolo. Su un budget iniziale di 50000 dollari ne vengono investiti 43000, tenendo in considerazione ad esempio i costi di transazione fissati al 5%.

I pesi ottimali risultano essere:

AAPL: 26.5%

MSFT: 35.9%

AMZN: 20.9%



GOOGL: 16.7%

In seguito all'identificazione dei pesi ottimali per singolo titolo si stabilisce, considerati il budget investito e i prezzi d'acquisto dei singoli titoli alla data stabilita, che il numero di azioni considerate sono così definite:

AAPL: 73

MSFT: 154

AMZN: 5

GOOGL: 6

L'investimento iniziale è di 40673.84. Considerando come finestra temporale l'arco di tempo che va da gennaio 2019 a ottobre 2019 il guadagno lordo risulta essere: 15693.09.

Considerando i costi di transazione che ammontano a 4852.039 si ha un guadagno netto di: 10841.05.

Dunque, riassumendo a partire da un budget iniziale di 50000 sono stati investiti 40673.84 il 2 gennaio 2019. Le azioni dei titoli considerati sono state vendute successivamente il 30 ottobre 2019 ottenendo un guadagno lordo di 15693.09. I costi di transazione (per acquisto e vendita) sono stati di 4852.039, per cui il guadagno netto infine è stato di 10841.05. Il ritorno atteso del portfolio, invece, risulta essere pari a 0.01796283.

CONCLUSIONI

A partire dai quattro titoli azionari forniti sono state svolte delle analisi descrittive. Tali analisi sono state supportate dallo studio di grafici che hanno confermato i risultati teorici ottenuti. Le analisi hanno avuto come oggetto inizialmente i singoli titoli azionari e successivamente sono state fatte osservazioni più generali considerando più di un titolo alla volta. È stata svolta anche una analisi predittiva con lo scopo di prevedere valori futuri. Infine, applicando concetti teorici visti a lezione è stata realizzata una strategia di gestione del portfolio considerando sempre i titoli azionari inizialmente forniti.