



Università
Ca' Foscari
Venezia

Corso di Laurea Magistrale
in Economia
ordinamento ex D.M. 270/2004

Tesi di Laurea

**L'impatto del cambiamento climatico
sull'economia statunitense: un'analisi
macroeconomica e finanziaria**

Relatore

Ch. Prof. Antonio Paradiso

Correlatore

Ch. Prof. Giovanni Bertin

Laureando

Francesco Rossetto
Matricola 839035

Anno Accademico

2016 / 2017

A chi c'era, c'è e ci sarà

Sommario

L'obiettivo di questo studio è stato quello di comprendere se e quanto il cambiamento climatico, in particolare il fenomeno dell'aumento della temperatura, incida sull'economia. Lo studio è stato sviluppato sia a livello macroeconomico che finanziario. L'analisi macroeconomica si è prevalentemente concentrata sull'economia statunitense ma è stata anche ampliata a livello globale per approfondire ulteriormente gli effetti del cambiamento climatico. L'analisi finanziaria invece, ha esaminato i mercati finanziari americani per comprendere se fosse presente un impatto del cambiamento climatico su di essi.

Le evidenze empiriche di questa tesi, apportano un contributo a supporto della letteratura presente in materia. Infatti nei risultati riportati in questo studio si riscontra una contrazione della crescita economica sia a livello statunitense che mondiale e un calo di redditività in molti mercati finanziari. Evidenze analoghe vengono riportate anche dagli esperti in materia.

Indice

Introduzione	1
1 Analisi della Letteratura	7
1.1 Teoria Macroeconomica	7
1.2 Teoria dei Mercati	9
2 Dati e Metodologia	13
2.1 Dati	13
2.1.1 Dati Climatici	13
2.1.2 Dati Macroeconomici	14
2.1.3 Dati Finanziari e dei Mercati	16
2.2 Metodologia	17
2.2.1 Vector Autoregression	17
2.2.2 Ordinary Least Squares	19
3 Analisi empirica	21
3.1 Analisi macroeconomica	22
3.1.1 Analisi macroeconomica statunitense	22
3.1.2 Analisi macroeconomica mondiale	27
3.2 Analisi dei mercati	33
4 Conclusioni	45
Bibliografia	47
Appendice	53

A	Serie storiche	53
A.1	Variabili macroeconomiche	53
A.1.1	Variabili macroeconomiche statunitensi (1934-2014)	53
A.1.2	Tassi di crescita del PIL (1965-2014)	54
A.2	Variabili climatiche (1934-2014)	56
B	Analisi dei mercati	57
B.1	Portfolio con 5 settori	57
B.2	Portfolio con 12 settori	58
B.3	Portfolio con 30 settori	60
C	Serie storiche 48 industry portfolio	63
D	Analisi dei residui	69

Introduzione

Nel corso dell'ultimo secolo la Terra è stata soggetta ad un'alterazione delle precedenti condizioni climatiche. L'innalzamento della temperatura globale, l'aumento degli eventi atmosferici catastrofici quali alluvioni e uragani, la ritirata dei ghiacciai, lo scioglimento dei ghiacci artici, l'innalzamento del livello dei mari e il loro surriscaldamento sono tutti elementi che negli ultimi decenni hanno iniziato ad allarmare scienziati e non. Questo fenomeno si identifica con il termine cambiamento climatico, meglio conosciuto in inglese come *Climate Change*.

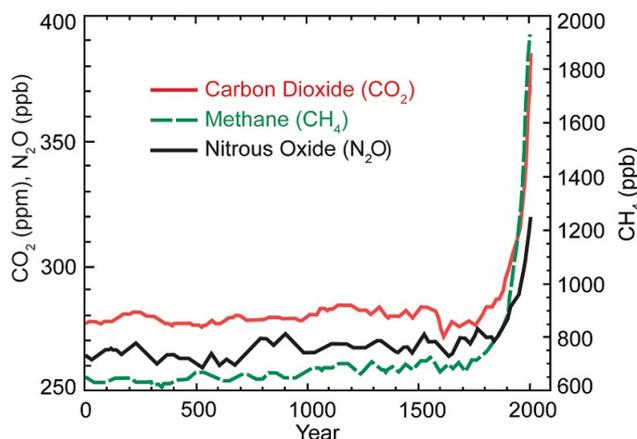
Seppure ad oggi l'opinione legata a questo argomento non sia uniforme, molti studiosi ed esperti in materia ritengono che l'alterazione delle dinamiche climatiche sia riconducibile ad attività umane, in particolare all'emissione dei gas serra.

L'inizio dei cambiamenti si può infatti ricollegare alla rivoluzione industriale del 1750. Il boom economico-industriale comportò un aumento dell'emissione dei gas serra, la quale è aumentata nel corso del tempo, soprattutto negli ultimi decenni, generando una situazione preoccupante per le regolari dinamiche ambientali del pianeta.

La Figura 1 mostra l'andamento dell'emissione dei gas serra negli ultimi due millenni. In questo grafico vengono considerati: l'anidride carbonica, il metano e l'ossido di azoto. Le unità di misura utilizzate sono *ppm (parts per million)* e *ppb (parts per billion)*, che significano rispettivamente parti per milione e parti per miliardo. Si può osservare come, nel corso degli ultimi decenni, i gas serra siano aumentati notevolmente.

La prolungata ed intensa emissione dei gas serra ha provocato un cambiamento nell'atmosfera naturale della Terra. Tale alterazione non consente più di mantenere lo stesso bilanciamento di temperatura che veniva precedentemente rispettato. In-

Figura 1: Emissione dei gas serra



Fonte: U.S. Global Change Research Program (2009)

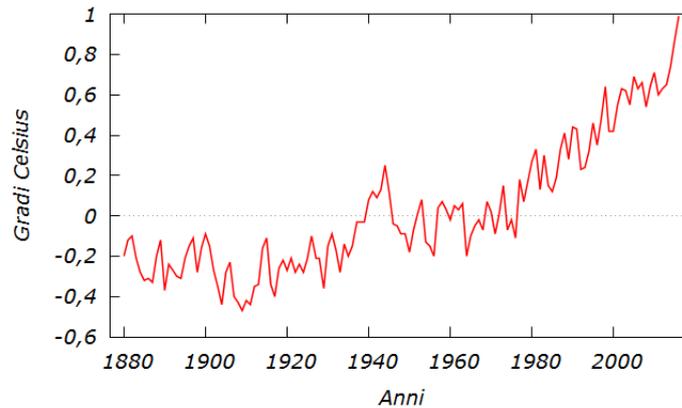
fatti la dispersione di calore è diminuita e la temperatura è aumentata.

L'emissione dei gas serra comporta un alto costo sociale che nel corso degli ultimi decenni molti economisti hanno cercato di quantificare. La precisa quantificazione di questo costo permetterebbe non solo di comprendere esattamente quale sia l'effettivo danno che la società è costretta a subire ma consentirebbe anche di tracciare delle perfette linee guida (regolamentazioni di mercato, tassazione, riduzione delle esternalità negative, ...) utili alla riduzione degli impatti.

Tuttavia l'esatta quantificazione di tale costo conosciuto in inglese come *SCC* (*Social Cost of Carbon*) risulta essere un procedimento estremamente complicato. Ad oggi infatti, gli economisti che si sono espressi a riguardo hanno fornito risultati molto diversi gli uni dagli altri. Considerando che la quantificazione del *SCC* utilizza come unità di misura il dollaro per tonnellata di carbonio, le stime variano dai 20\$ per tonnellata di carbonio secondo Nordhaus (2008) ai 200\$ secondo Stern (2007). In ogni caso, qualsiasi sia l'effettivo valore del *SCC*, risulta fondamentale attuare politiche volte a mitigare e ridurre il fenomeno del cambiamento climatico e del surriscaldamento globale, i cui effetti diventano sempre più manifesti e preoccupanti. Dal grafico sottostante (Figura 2), si può osservare, per esempio, come la temperatura sia aumentata nel corso dell'ultimo mezzo secolo. Il grafico mostra l'andamento dell'anomalia della temperatura globale dal 1900 al 2016. Il distacco è relativo

alla temperatura media calcolata dal 1951 al 1980.

Figura 2: Grafico dell'anomalia della temperatura terrestre



Fonte: NASA/GISS.

Le conseguenze di questi cambiamenti sono osservabili, in tutto il mondo, sia da un punto di vista ambientale che sociale.

Se l'aumento della temperatura nel corso dell'ultimo secolo è stato preoccupante, lo scenario che si prospetta per i prossimi cento anni è a dir poco catastrofico. Infatti secondo l'*IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)* la temperatura media annua globale è aumentata di circa $0,8^{\circ}\text{C}$ nell'ultimo secolo e si prevede che nel secolo a venire la temperatura subirà un aumento medio stimato tra i 2°C e i 5°C . L'aumento della temperatura ha creato nel corso del tempo numerosi danni sociali; *Deschênes e Moretti (2009)* hanno dimostrato, per esempio, come questo fenomeno implichi un aumento del tasso di mortalità mentre *Zivin e Neidell (2014)* sostengono che ci siano effetti anche sull'offerta di lavoro. *Hsiang, Burke e Miguel (2013)* hanno documentato come l'aumento dei conflitti umani sia connesso al cambiamento climatico.

L'impatto del cambiamento climatico è stato rilevato in modo non indifferente anche in ambito economico. Diversi studi infatti confermano come nel corso degli ultimi decenni l'effetto del cambiamento climatico abbia avuto un'influenza negativa in diversi settori di mercato. L'aumento della temperatura infatti comporta sia effetti diretti che indiretti. Per comprendere il primo basti pensare a quanto un clima

più caldo possa danneggiare per esempio i settori agricoli. Gli effetti indiretti sono invece una conseguenza del cambiamento della temperatura. Sono stati riscontrati sia cambiamenti della frequenza delle piogge sia della loro intensità con conseguenti allagamenti e altri disastri correlati. Il cambiamento del clima determina anche un cambiamento dell'ecosistema, infatti un clima diverso consente a nuove specie di adattarsi dove prima non potevano e comporta anche l'estinzione di specie che da millenni vivevano nella stessa area geografica. Si comprenderà con facilità come il cambiamento della flora e della fauna abbia un impatto notevole sulle attività umane.

Numerosi sono stati gli studi di quanto l'economia sia affetta dal cambiamento climatico. *Hsiang (2010)*, per esempio, ha documentato come l'aumento della temperatura e l'incremento delle precipitazioni abbiano un effetto sensibile sul settore agricolo e quello turistico.

Cattaneo e Peri (2016) sostengono anch'essi che l'agricoltura sia soggetta al surriscaldamento climatico. Secondo quanto documentato nel loro studio, l'aumento della temperatura ha un effetto negativo sulla produttività del settore agricolo e ciò comporta sia un effetto diretto che uno indiretto. Il primo consiste nella diminuzione della produttività del settore in questione, il secondo invece è una conseguenza del fattore precedente e consiste in un aumento dei flussi migratori.

Secondo *Brückner e Ciccone (2011)* invece, le precipitazioni influiscono sulla produzione. Si può intuire come piogge improvvise e di intensità catastrofica o la completa assenza di queste per un periodo prolungato possano comportare un rilevante danno alla produzione e all'economia.

Sono inoltre stati riscontrati danni all'economia reale. Infatti, secondo gli studi condotti da *Bansal e Ochoa (2011)* e *Balvares et al (2017)* il fattore temperatura incide in modo significativo sia sulle variabili macroeconomiche sia sui diversi settori di mercato.

Questa tesi, utilizzando come fondamenti teorici alcuni degli studi sopracitati, si svilupperà con l'analisi, su due piani, dell'economia statunitense in relazione all'aumento della temperatura. L'analisi macroeconomica è stata inoltre ampliata a livello globale per comprendere se l'aumento della temperatura incida o meno sulla

crescita economica di altri paesi selezionati in base alla distanza dall'equatore e al livello di sviluppo economico. In primo luogo, si considererà la sfera macroeconomica, analizzando come il cambiamento della temperatura sia in grado di influenzare notevolmente il PIL, i consumi e gli investimenti.

In secondo luogo invece, si procederà con un'analisi dei settori di mercato statunitensi, mostrando come alcuni di essi siano estremamente sensibili all'aumento della temperatura.

Capitolo 1

Analisi della Letteratura

L'impatto che il continuo aumento della temperatura ha sulla macroeconomia e sui mercati finanziari è stato affrontato in diversi studi. Tuttavia, considerata la specificità dell'argomento e il "recente" approccio al cambiamento climatico in ambito economico, la letteratura dispone soltanto di un numero limitato di lavori a riguardo. Di seguito verranno esposti prima gli studi relativi alla sfera macroeconomica e successivamente quelli concernenti la sfera dei mercati e della finanza.

1.1 Teoria Macroeconomica

In questa sezione si esporranno gli impatti dell'aumento della temperatura sulla macroeconomia e si ricercheranno le relative cause.

Gli Effetti

Un contributo estremamente rilevante, strettamente relativo all'impatto del surriscaldamento del Pianeta sull'economia statunitense, è stato fornito dallo studio "*Temperature and Growth*" condotto da *Colacito, Hoffmann e Phan (2016)*. Lo studio considera tutti i paesi membri degli Stati Uniti e il Distretto di Columbia nell'arco di tempo 1957-2012. Esso fornisce un'analisi economica suddivisa in due fasi. La prima consiste in un'analisi macroeconomica mentre, la seconda, si concentra sullo studio dei settori di mercato. In questo paragrafo si analizzerà la prima parte dello studio mentre nel successivo si esaminerà la seconda.

L'analisi macroeconomica viene condotta esaminando la crescita economica di tutti i paesi statunitensi in relazione alle temperature annuali e stagionali. L'effetto della temperatura annuale non risulta statisticamente significativo, mentre è stato dimostrato che la temperatura stagionale, estiva e autunnale, riporta un impatto statisticamente significativo. Un aumento della temperatura estiva comporta un effetto negativo sulla crescita economica mentre un aumento in quella autunnale sortisce l'effetto opposto. In particolare, è stato stimato che un aumento di 1°F della temperatura media estiva comporta una riduzione del tasso di crescita economica a livello statale compreso tra 0,15 e 0,25 punti percentuali, mentre lo stesso aumento della temperatura autunnale media implica un effetto positivo dello 0,102%.

Secondo gli studi condotti da *Stern (2007)*, "i costi e i rischi complessivi del cambiamento climatico saranno equivalenti a una perdita del 5% del PIL mondiale ogni anno".

Bansal e Ochoa (2011) invece hanno preso come riferimento un insieme di 147 paesi e sulla base delle loro analisi, un aumento di 0.2°C comporterebbe una diminuzione del PIL di circa 0.18%. L'impatto del surriscaldamento globale ha un effetto maggiore nei paesi più vicini all'equatore.

Ciò viene confermato anche da *Colacito et al*, in quanto è stato riscontrato che i paesi statunitensi del sud sono più colpiti dall'innalzamento della temperature estiva (che sono quelle aventi effetti maggiori).

Le Cause

Se per ora è stato esposto quali siano gli effetti dell'aumento della temperatura sulla crescita economica, resta da chiedersi quali siano le motivazioni che comportano questi danni. Ad ora gli esperti in materia hanno riportato diverse cause che spiegherebbero l'incidenza del surriscaldamento globale sulla crescita del PIL.

Secondo *Colacito et al.* uno dei motivi cardine risiede nella riduzione della produttività, definita nel loro studio come il rapporto tra la produzione industriale privata e l'occupazione. Lo studio viene condotto ancora una volta su tutti i paesi statunitensi e il Distretto di Columbia in riferimento a tutte e quattro le stagioni. Ancora una

volta, i dati riportano un risultato statisticamente significativo soltanto nella stagione estiva e autunnale. Anche in questo caso, come precedentemente esposto per la crescita economica, gli effetti delle due stagioni sono opposti. Infatti, un aumento della temperatura media estiva sortisce un effetto negativo per la produttività; al contrario, un aumento della temperatura media autunnale ne comporta un aumento. Ciò viene dimostrato, seppur in forma diversa, anche dagli studi condotti da *Seppänen et al. (2006)*, i cui risultati mostrano come un aumento della temperatura negli uffici possa abbassare il livello di produttività; precisamente nell'intervallo di temperatura 25°C - 32°C, ogni aumento di 1°C riduce la produttività del 2%.

Un'ulteriore conferma è stata fornita da *Cachon et al. (2012)*. Le loro analisi hanno dimostrato come, alte temperature e forti nevicate, riducano la produttività nel settore automobilistico. Si stima che, nel caso di sei o più giorni continuati con temperatura superiore ai 32°C, la produttività del settore automobilistico statunitense crollerebbe dell'8%. *Cattaneo e Peri (2016)* sostengono anch'essi che alte temperature incidano negativamente sulla produttività del settore agricolo. Ulteriori analisi sono state condotte analizzando gli altri settori di mercato. Di conseguenza, si ritiene utile, al fine di comprendere meglio gli effetti del surriscaldamento globale sulla crescita economica e di conseguenza anche le relative cause, scomporre il PIL totale in diversi settori di mercato e analizzarli a uno a uno.

1.2 Teoria dei Mercati

Il cambiamento climatico influisce, in diverse modi, nei diversi settori di mercato. Se per alcuni segmenti di mercato appare immediata la relazione tra l'aumento della temperatura e i relativi danni, come per esempio per l'agricoltura, per altri invece non appare così evidente. Tuttavia, in diversi studi, è stato confermato che il surriscaldamento globale ha un effetto negativo su un numero estremamente elevato di settori di mercato.

Lo studio di *Colacito, Hoffmann e Phan* intitolato "*Temperature and Growth*", precedentemente esaminato, analizza, nella seconda sezione, il PIL dei paesi considerati scomponendolo in 12 grandi gruppi di industrie (*Servizi; Finanza, Assicurazioni,*

Settore immobiliare; Settore manifatturiero; Spesa pubblica; Vendita al dettaglio; Vendite all'ingrosso; Comunicazione/Informazione; Settore edile; Trasporti; Utenze; Attività mineraria; Agricoltura, Pesca, Selvicoltura). L'analisi viene condotta analizzando due archi temporali: dal 1963 al 1997 e dal 1997 al 2011. I dati relativi alla temperatura si riferiscono alla media estiva. Viene inoltre indicata la quota del PIL che ogni singolo settore di mercato detiene, la quale viene calcolata facendo riferimento al secondo lasso temporale. I risultati relativi al primo lasso di tempo riportano un effetto negativo, statisticamente significativo, su quattro settori di mercato (*Vendite all'ingrosso; Comunicazione/Informazione; Utenze; Agricoltura, Pesca, Selvicoltura*) i quali rappresentano circa il 13% del PIL statunitense. I risultati del secondo intervallo confermano che l'aumento della temperatura negli ultimi decenni ha avuto un effetto sempre più incisivo sui mercati. Dai dati si può infatti riscontrare che è presente un'incidenza negativa, statisticamente significativa, su otto dei settori di mercato analizzati (*Servizi; Finanza, Assicurazioni, Settore immobiliare; Vendita al dettaglio; Vendite all'ingrosso; Settore edile; Utenze; Attività mineraria; Agricoltura, Pesca, Selvicoltura*) i quali rappresentano più della metà del PIL statunitense.

Nello studio "*Temperature, Aggregate Risk and Expected Returns*" di *Bansal e Ochoa* è stato riscontrato che i mercati maggiormente affetti negativamente dall'aumento della temperatura sono: l'edilizia, il settore manifatturiero, i trasporti, le utenze e l'agricoltura. In questi settori i lavoratori sono altamente esposti al fattore climatico. Infatti, lavorando all'aperto, non è possibile mitigare l'effetto della temperatura tramite l'utilizzo di climatizzatori. Di conseguenza, come precedentemente esposto nello studio "*Effect of Temperature on Task Performance in Office Environment*", la produttività di questi settori viene negativamente condizionata dalle temperature elevate.

Bansal e Ochoa hanno inoltre dimostrato che la distanza dall'equatore costituisce un fattore cruciale che incide notevolmente sull'andamento dei mercati.

Se da un lato risulta possibile trovare fattori comuni che incidano su larga scala su tutti i mercati, le cause specifiche che incidono sui singoli mercati risultano tuttavia, più complicate da ricercare.

Un esempio interessante da approfondire, consiste nel comprendere quali siano le cause che generano un effetto negativo sulle vendite al dettaglio. Tale questione è stata analizzata sia utilizzando un approccio psicologico sia uno di natura economica. Da un lato, secondo la prospettiva psicologica, *Baker e Cameron (1996)* sostengono che le temperature elevate influiscano negativamente sulla percezione che i consumatori hanno riguardo ai tempi di attesa. *Griffit and Veitch (1971)* hanno dimostrato che le temperature torride incidono negativamente sulle interazioni sociali tra estranei. Dall'altro lato, secondo una prospettiva economica, *Starr-McCluer (2000)* sostiene che temperature elevate riducano la "produttività del consumo domestico", inducendo i consumatori a spendere meno tempo a fare *shopping* causando di conseguenza meno guadagni dei negozianti.

Capitolo 2

Dati e Metodologia

In questo capitolo verranno esposte, nella prima sezione, le informazioni relative ai dati utilizzati nell'analisi empirica, nella quale si valutano gli effetti dell'aumento della temperatura sulla macroeconomia e sui mercati finanziari. Seguiranno dunque tre sottosezioni esplicative relative alla temperatura, alla macroeconomia e ai mercati finanziari.

Nella seconda sezione invece verranno esposte le metodologie utilizzate per l'analisi empirica. Per l'analisi macroeconomica si utilizzerà il *VAR (Autoregressione Vettoriale)* mentre per lo studio dei mercati si utilizzerà il metodo *OLS (Metodo dei Minimi Quadrati)*.

2.1 Dati

2.1.1 Dati Climatici

La serie storica utilizzata è stata ricavata utilizzando il dataset **HadCRUT4**, messo a disposizione dal *Climate Research Unit* dell'università dell'*East Anglia*, che fornisce l'*anomaly index* della temperatura della superficie della Terra dal 1850 al 2017, utilizzando i valori del periodo 1961-1990 come media di riferimento. I dati sono stati ottenuti utilizzando stazioni di rilevamento presenti in tutto il mondo, campionando sia la superficie marina che quella terrestre; i dati vengono espressi utilizzando una griglia della superficie del pianeta avente misure 5° di latitudine e 5° di longitudine.

L'*anomaly index* espresso in **HadCRUT4** consiste in una media pesata dei valori marini e terrestri, rispettivamente forniti nei dataset **HadSST3** e **CRUTEM4**. La serie storica, inizialmente fornita in gradi Celsius è stata convertita in Fahrenheit e ne è stata calcolata la variazione percentuale. Per l'analisi macroeconomica si utilizzerà l'*anomaly index* espresso in Fahrenheit mentre per quella relativa ai mercati e alla finanza, si utilizzerà la variazione percentuale con un ritardo.

Tabella 2.1: Statistiche descrittive dati climatici

	Media	σ	Asim.	Curtosi
T	32,173	0,417	0,622	-0,693
dT	0,050	0,649	-0,217	-0,041

2.1.2 Dati Macroeconomici

I dati utilizzati nell'analisi economica sono stati ottenuti dal *US Bureau of Economic Analysis (BEA)*. Sono state utilizzate tre variabili macroeconomiche: PIL, Consumi e Investimenti. Il PIL comprende i consumi, gli investimenti, la spesa pubblica e la bilancia commerciale. I Consumi sono composti dalla spesa privata di beni (durevoli e non) e servizi. Gli investimenti invece sono composti da quelli residenziali e non residenziali.

Tabella 2.2: Statistiche descrittive dati macroeconomici

	Media	σ	Asim.	Curtosi
Y	6489,2	4670,6	0,618	-0,920
dY	3,628	4,7511	0,124	3,705
C	4181,9	3166,6	0,727	-0,777
dC	3,369	2,8147	-0,698	4,381
I	970,4	839,6	0,778	-0,709
dI	7,359	24,219	1,892	10,667

Si è inoltre deciso di non limitare l'analisi macroeconomica agli Stati Uniti ma di ampliarla anche a livello mondiale.

Per questo motivo, l'analisi è stata sviluppata analizzando anche i dati macroeconomici di altri 14 paesi aventi caratteristiche eterogenee. La selezione è stata condotta tenendo conto sia della distanza dall'equatore che del livello di sviluppo economico. Sono stati utilizzati i dati relativi alla crescita percentuale annua del PIL dei seguenti paesi: Brasile, Camerun, Canada, Giappone, Grecia, Honduras, Indonesia, Iran, Islanda, Israele, Italia, Messico, Sud Corea, Unione Europea. Per comprendere l'effetto dell'innalzamento della temperatura sulla crescita economica mondiale si è inoltre utilizzata la crescita percentuale annua del PIL mondiale. Questa serie storica è indicata col nome "Mondo".

L'analisi è stata condotta nell'arco temporale 1965-2014. I dati sono stati ottenuti da *World Bank*.

Tabella 2.3: Statistiche descrittive dati macroeconomici

	Media	σ	Asim.	Curtosi
$dY^{Brasile}$	4,3451	4,0092	0,2003	-0,1251
$dY^{Camerun}$	3,6360	5,8853	0,173	1,652
dY^{Canada}	3,0923	2,1363	-0,9071	1,5289
$dY^{Giappone}$	3,3432	3,6320	0,6652	0,7734
dY^{Grecia}	2,4629	4,4325	-0,5606	0,0067
$dY^{Honduras}$	3,9842	3,0564	-0,1107	0,0523
$dY^{Indonesia}$	5,5187	3,4063	-3,3579	16,167
dY^{Iran}	4,05	8,6877	-0,444	0,4741
$dY^{Islanda}$	3,5090	4,0235	-0,338	0,1558
$dY^{Israele}$	5,0106	3,5339	1,0367	1,4077
dY^{Italia}	2,2560	2,6315	-0,2101	0,4894
$dY^{Messico}$	3,8104	3,5398	-0,7639	0,6512
$dY^{SudCorea}$	7,4704	4,1570	-0,638	0,727
dY^{UE}	2,5777	2,0856	-0,5863	1,3863
dY^{Mondo}	3,4014	1,5839	-0,455	0,8233

2.1.3 Dati Finanziari e dei Mercati

Per l'analisi finanziaria e dei mercati si sono considerate diverse variabili. Si è deciso di analizzare i singoli settori di mercato scomponendo l'economia statunitense in 5, 12, 30 e 48 raggruppamenti settoriali; per quest'analisi sono stati utilizzati i dati annuali forniti da *Fama and French 5, 12, 30 and 48 Industry Portfolios*. La suddivisione dei settori di mercato è stata ottenuta con l'utilizzo del codice *SIC (Standard Industrial Classification)*. La suddivisione dei quattro portfolio risulta fondamentale

per comprendere l'analisi empirica. Infatti, le voci dei settori di mercato possono risultare le stesse ma comprendere diversi mercati al loro interno. Per questo motivo una voce che risulta sensibile all'innalzamento della temperatura può non risultare altrettanto sensibile nell'altro portfolio industriale. Si consiglia dunque, per poter consultare al meglio le tabelle, di prendere visione di come sono costituite le voci relative ai settori di mercato, visitando i link nella didascalia. I dati di tutti i portfolio indicano la redditività dei settori di mercato.

2.2 Metodologia

2.2.1 Vector Autoregression

Le analisi macroeconomiche sono state condotte con il metodo econometrico *VAR* (*Vector Autoregressive models*).

La prima analisi, relativa esclusivamente all'economia statunitense, è stata svolta utilizzando quattro variabili: l'*anomaly index* globale espresso in Fahrenheit (che per semplicità indicheremo, da qui in poi, con T), il PIL, i consumi e gli investimenti degli Stati Uniti. L'ordine delle variabili è il seguente: T , dY , dC , dI . In questo modo la variabile climatica sarà la variabile più esogena mentre le variabili macroeconomiche saranno, gradualmente, sempre meno esogene e più endogene. Si è deciso di effettuare l'analisi VAR su due intervalli temporali: dal 1950 al 2014 e dal 1970 al 2014. L'ordine dei ritardi in entrambi i casi è pari a 1, in linea con il criterio *BIC* (criterio bayesiano di Schwartz). Di seguito si espone il modello con le quattro variabili:

$$\begin{bmatrix} T_t \\ dY_t \\ dC_t \\ dI_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \\ \alpha_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \beta_{13} & \beta_{14} \\ \beta_{21} & \beta_{22} & \beta_{23} & \beta_{24} \\ \beta_{31} & \beta_{32} & \beta_{33} & \beta_{34} \\ \beta_{41} & \beta_{42} & \beta_{43} & \beta_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_{t-1} \\ dY_{t-1} \\ dC_{t-1} \\ dI_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \\ \varepsilon_{3t} \\ \varepsilon_{4t} \end{bmatrix}$$

Dove:

- α indica le costanti.
- β indica i coefficienti dei regressori.
- T : indica l'*anomaly index* della temperatura espresso in Fahrenheit
- dY : indica la variazione percentuale del PIL statunitense
- dC : indica la variazione percentuale dei consumi statunitensi
- dI : indica la variazione percentuale degli investimenti statunitensi
- ε_t indica gli errori al tempo t

La seconda analisi, che considera i dati macroeconomici di tutti i 14 paesi sopraesposti più la serie storica "Mondo", utilizza anch'essa il metodo VAR, con ordine dei ritardi pari a 1, sempre in linea con il criterio BIC. Le variabili utilizzate in questa analisi sono due: la crescita percentuale annua del paese in analisi e l'*anomaly index* della temperatura espressa in Fahrenheit. L'analisi è stata condotta nell'arco temporale 1965-2014. Il modello è dunque il seguente:

$$\begin{bmatrix} T_t \\ dY_t^P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} \\ \beta_{21} & \beta_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_{t-1} \\ dY_{t-1}^P \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix}$$

Dove:

- α indica le costanti.
- β indica i coefficienti dei regressori.
- T : indica l'*anomaly index* della temperatura espresso in Fahrenheit
- dY_t^P : indica la crescita percentuale annua del PIL del paese P
- ε_t indica gli errori al tempo t

2.2.2 Ordinary Least Squares

Il metodo econometrico utilizzato per comprendere l'impatto dell'incremento percentuale della temperatura sui rendimenti di mercato è il metodo *OLS* (*Ordinary Least Squares*), conosciuto in italiano come Metodo dei Minimi Quadrati. La retta è stata impostata utilizzando come variabile dipendente il rendimento di ogni singolo mercato mentre come variabile indipendente è stata utilizzata la variazione percentuale dell'*anomaly index* della temperatura espresso in Fahrenheit. L'analisi è stata condotta in due archi temporali: dal 1934 al 1970 e dal 1970 al 2014. Di seguito si espone la retta:

$$R_t^s = \alpha + \beta dT_{t-1} + \varepsilon_t$$

Dove:

- R_t^s : indica il rendimento del settore di mercato s al tempo t
- α è l'intercetta stimata della retta
- β è il coefficiente angolare stimato della variabile indipendente
- dT_{t-1} : è la variabile indipendente utilizzata. Si è utilizzato la variazione percentuale dell'*anomaly index* convertito in Fahrenheit con un ritardo.
- ε_t è l'errore al tempo t

Capitolo 3

Analisi empirica

In questo capitolo verranno esposte le analisi empiriche effettuate relative alla sfera macroeconomica e a quella dei mercati e della finanza.

Nella prima sezione verranno esposti i risultati relativi ai dati macroeconomici. La prima analisi *VAR* mostra gli effetti negativi della temperatura sulla crescita economica statunitense. In particolare, grazie alla funzione impulso-risposta, è possibile osservare come uno shock in T causi un crollo della crescita di tutte e tre le variabili macroeconomiche poste sotto analisi.

Nonostante i dati mostrino risultati sensibili alla temperatura, si è ritenuto opportuno continuare ad indagare quali siano gli effetti del surriscaldamento globale scomponendo l'economia statunitense in diversi settori di mercato nella sezione successiva. Tale procedura, suggerita da *Colacito, Hoffmann e Phan (2016)* consente di comprendere dettagliatamente l'incidenza del surriscaldamento globale sull'economia.

La seconda analisi macroeconomica, sempre tramite l'utilizzo del modello *VAR*, mostra come la variabile climatica abbia un effetto negativo sulla crescita economica di molti dei paesi considerati.

Nella seconda sezione verranno quindi esposte le analisi effettuate sui mercati. Lo studio è stato condotto utilizzando il metodo econometrico *OLS*. Si potrà osservare come la variazione percentuale della temperatura abbia un effetto significativo in molte attività di mercato.

3.1 Analisi macroeconomica

In questa sezione verranno esposti i risultati dell'analisi empirica effettuata sui dati macroeconomici.

Come anticipato precedentemente, il metodo econometrico utilizzato è il *VAR*. Seguono dunque due sottosezioni: nella prima si espongono i risultati dell'analisi macroeconomica a livello statunitense mentre, nella seconda, si espongono i risultati dell'analisi macroeconomica a livello mondiale.

3.1.1 Analisi macroeconomica statunitense

I risultati sono esposti separatamente nelle successive due sottosezioni in base al periodo temporale su cui l'analisi è stata condotta. Per ogni periodo temporale sono stati riportati l'output della regressione e il grafico impulso-risposta di tutte e tre le variabili analizzate rispetto a uno shock nella temperatura.

Osservazioni generali

In entrambe le analisi si riscontrano degli elementi in comune su cui è opportuno soffermarsi. Infatti, in entrambi i casi si presentano delle analogie sia nel risultato della regressione che nei grafici di impulso risposta.

Le principali osservazioni sono quattro:

- 1 Effetto unilaterale di T:** Ponendo a confronto la Tabella 3.1 e 3.2 si può notare come la temperatura globale abbia un effetto significativo in alcune delle variabili macroeconomiche. Tuttavia, tale effetto è unilaterale. Infatti, se da un lato è presente una significatività statistica della variabile climatica rispetto alla variabile macroeconomica presa in considerazione, dall'altro, in entrambi i campioni l'unica variabile indipendente che risulta statisticamente significativa rispetto alla variabile indipendente T, è la stessa variabile T con un ritardo pari a 1.

- 2 Incidenza negativa di T sulla macroeconomia:** Sempre facendo riferimento alle tabelle 3.1 e 3.2 si può notare che la variabile indipendente T ha sempre un effetto negativo sulle variazioni percentuali macroeconomiche.
- 3 Effetto dello shock in T non immediato:** Analizzando le Figure 3.1 e 3.2 contenenti i grafici di impulso risposta delle variabili macroeconomiche rispetto a uno shock in T, si può osservare come prevalentemente l'effetto maggiore si riscontra dopo circa un anno. Infatti, in tutti i grafici, fatta eccezione per quello degli investimenti nel primo arco temporale, la maggior decrescita si raggiunge tra il primo e il secondo anno.
- 4 Graduale assorbimento dello shock in T:** In tutti e sei i casi osservati lo shock della temperatura viene completamente assorbito nel corso degli anni successivi. Tuttavia, se è vero che l'andamento è simile, è interessante osservare che ogni grafico mostra tempi di assorbimento diversi rispetto agli altri.

Analisi empirica: 1950-2014

L'analisi *VAR* condotta sul campione 1950-2014 riporta un'incidenza negativa statisticamente significativa della variabile climatica sia sulla crescita del PIL che dei consumi. Si può osservare dalla regressione che i coefficienti di T incidono rispettivamente con valori pari a -1,317 e -1,017.

Tabella 3.1: **Output VAR: 1950-2014**

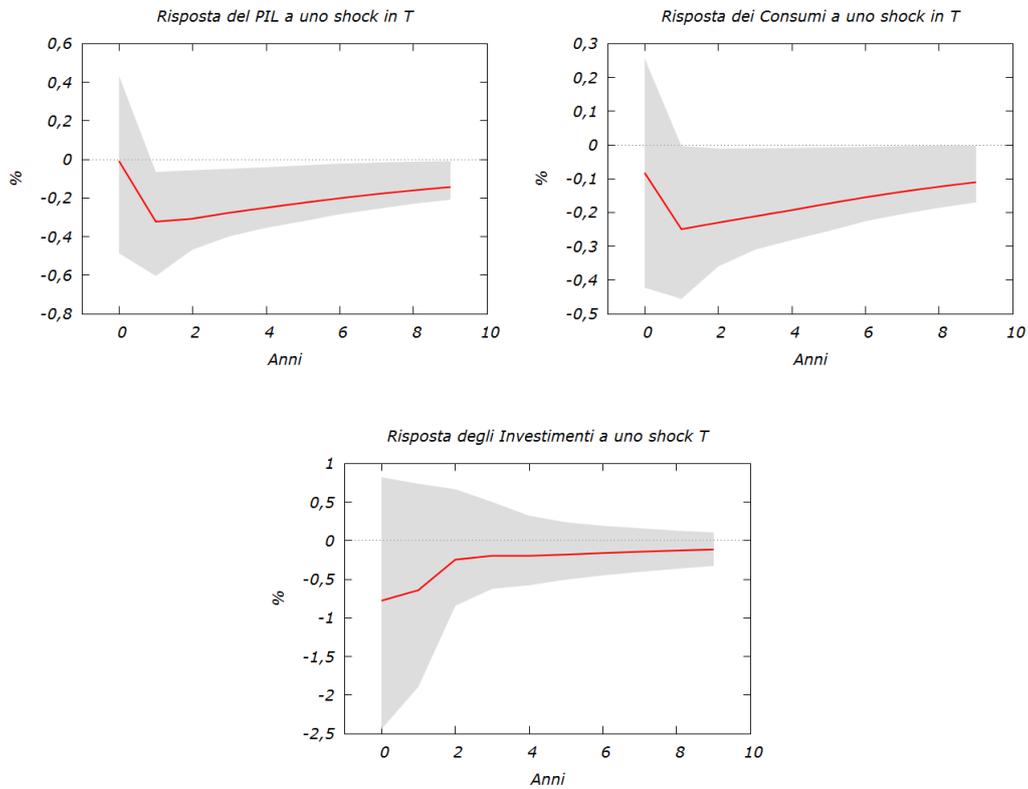
Note: L'analisi è stata condotta utilizzando quattro variabili: T, dY, dC e dI. β_{dT} , β_{dY} , β_{dC} e β_{dI} rappresentano rispettivamente i coefficienti delle variabili utilizzate. Tra parentesi sono indicati i p-value dei relativi coefficienti stimati. I simboli ***, **, * indicano rispettivamente il livello di significatività al: 1%, 5% e 10%. Per la spiegazione dei dati utilizzati si consulti il Capitolo 2.

	α	β_T	β_{dY}	β_{dC}	β_{dI}
T	4,575 (0,0021)***	0,861 (6,11e-028)***	0,003 (0,8649)	-0,028 (0,1586)	0,004 (0,2931)
dY	44,420 (0,0251)**	-1,317 (0,0298)**	-0,296 (0,2408)	0,690 (0,0344)**	-0,015 (0,6295)
dC	34,979 (0,0290)**	-1,017 (0,0396)**	-0,364 (0,1443)	0,727 (0,0005)***	-0,030 (0,4825)
dI	52,562 (0,5517)	-1,599 (0,5571)	-3,468 (0,0010)***	4,411 (0,0007)***	-0,045 (0,8476)

Analisi empirica: 1970-2014

L'analisi *VAR* condotta sul campione 1970-2014 riporta un'incidenza negativa statisticamente significativa della variabile climatica solo sulla crescita dei consumi. Si

Figura 3.1: **Funzioni impulso-risposta: 1950-2014**



Note: I grafici riportano le funzioni di impulso-risposta a uno shock in T delle variabili macroeconomiche. La banda di confidenza utilizzata è all'85%. Per la spiegazione dei dati si rimandi al Capitolo 2

può osservare dalla regressione che il coefficiente di T incide con un valore pari a -0,821.

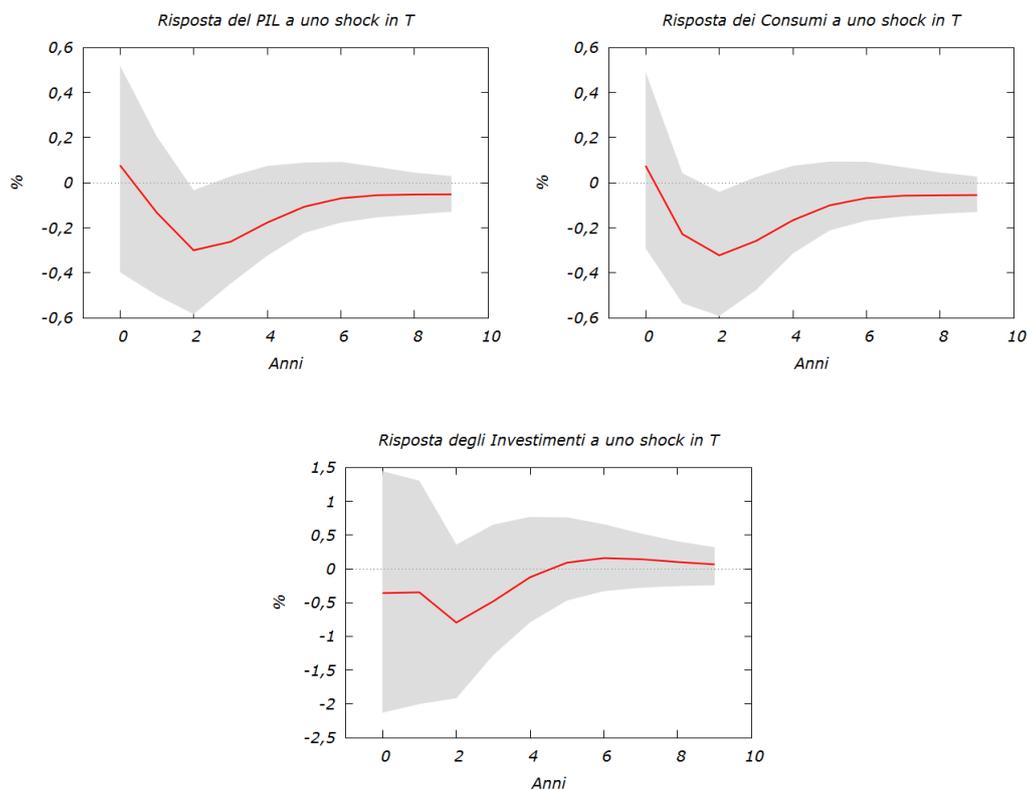
Tabella 3.2: **Output VAR: 1970-2014**

Note: L'analisi è stata condotta utilizzando quattro variabili: T, dY, dC e dI. β_{dT} , β_{dY} , β_{dC} e β_{dI} rappresentano rispettivamente i coefficienti delle variabili utilizzate. Tra parentesi sono indicati i p-value dei relativi coefficienti stimati. I simboli ***, **, * indicano rispettivamente il livello di significatività al: 1%, 5% e 10%. Per la spiegazione dei dati utilizzati si consulti il Capitolo 2.

	α	β_T	β_{dY}	β_{dC}	β_{dI}
T	4,519	0,863	-0,0236	-0,002	0,005

	α	β_T	β_{dY}	β_{dC}	β_{dI}
	(0,0151)**	(7,70e-019)***	(0,6932)	(0,9617)	(0,5359)
dY	18,978 (0,1679)	-0,544 (0,1949)	-1,203 (0,0015)***	1,445 (2,52e-05)***	0,088 (0,0812)*
dC	28,842 (0,0350)**	-0,821 (0,0499)**	-1,397 (0,0004)***	1,372 (3,60e-08)***	0,132 (0,0143)**
dI	7,961 (0,9272)	-0,199 (0,9403)	-7,315 (3,73e-05)***	6,583 (0,0003)***	0,653 (0,0057)***

Figura 3.2: **Funzioni impulso-risposta: 1970-2014**



Note: I grafici riportano le funzioni di impulso-risposta a uno shock in T delle variabili macroeconomiche. La banda di confidenza utilizzata è all'85%. Per la spiegazione dei dati si rimandi al Capitolo 2

3.1.2 Analisi macroeconomica mondiale

Questa analisi macroeconomica è stata condotta analizzando la crescita percentuale annua del PIL di 14 paesi (Brasile, Camerun, Canada, Giappone, Grecia, Honduras, Indonesia, Iran, Islanda, Israele, Italia, Messico, Sud Corea, Unione Europea) più quella del PIL mondiale, in funzione dell'innalzamento della temperatura. Il metodo di analisi è uguale a quello precedentemente utilizzato ma, in questo caso, è stata presa in considerazione solo una variabile macroeconomica per ogni VAR. I dati sono stati analizzati nell'arco temporale 1965-2014. I risultati sotto esposti mostrano l'*output* della regressione per ogni singolo paese.

Osservazioni generali

Osservando i dati ci sono alcune caratteristiche dei risultati delle regressioni che meritano attenzioni. Principalmente ci sono quattro commenti fondamentali:

- 1 Effetto unilaterale di T:** Nell'output di ogni regressione si può notare che in nessun caso si verifica un effetto statisticamente significativo della variabile macroeconomica rispetto alla variabile climatica. Viceversa, la temperatura incide in modo statisticamente significativo sulla crescita del PIL di molti paesi presi in analisi.
- 2 Effetto sempre negativo di T su dY^P :** Nell'output di ogni *VAR* si può osservare che la variabile climatica incide sempre in modo negativo sulla crescita economica di tutti i paesi presi in considerazione.
- 3 Effetto diffuso di T:** Considerando tutti i 14 paesi si riscontra un effetto statisticamente significativo nel 50% di essi. I 7 paesi in cui la temperatura ha un effetto statisticamente significativo sono: Brasile, Canada, Giappone, Italia, Messico, Sud Corea e Unione Europea. Da questa analisi si evidenzia dunque che il surriscaldamento globale incide sia sui paesi sviluppati che su quelli in via di sviluppo, sia su quelli lontani dall'equatore che su quelli vicini ad esso.
- 4 Effetto mondiale di T:** La variabile climatica incide inoltre in modo statisticamente significativo anche sulla crescita percentuale annua del PIL globale.

Tabella 3.3: **Output VAR: 1965-2014**

Note: L'analisi è stata condotta utilizzando per ogni VAR due variabili: T, dY.

β_{dT} , β_{dY^P} rappresentano rispettivamente i coefficienti delle variabili utilizzate. β_{dY^P} in ogni regressione indica la crescita percentuale annua del PIL del paese in analisi. Tra parentesi sono indicati i p-value dei relativi coefficienti stimati. I simboli ***, **, * indicano rispettivamente il livello di significatività al: 1%, 5% e 10%. Per la spiegazione dei dati utilizzati si consulti il Capitolo 2.

	α	β_T	β_{dY^P}
T	3,4995 (0,0193)**	0,8919 (8,25e-025)***	0,0045 (0,6372)
$dY^{Brasile}$	72,821 (0,0109)**	-2,172 (0,0134)**	0,3928 (0,0022)***
T	4,2249 (0,0064)***	0,8705 (8,58e-024)***	-0,003 (0,5465)
$dY^{Camerun}$	25,5929 (0,5338)	-0,7114 (0,5697)	0,2887 (0,0650)*
T	4,9348 (0,0034)***	0,8494 (4,08e-022)***	-0,0127 (0,3886)
dY^{Canada}	43,6361 (0,0074)***	-1,282 (0,0102)**	0,2842 (0,0144)**
T	5,8197 (0,0065)***	0,822 (2,19e-017)***	-0,0107 (0,1762)
$dY^{Giappone}$	123,277 (8,54e-05)***	-3,7411 (9,30e-05)***	0,2745 (0,1200)
T	4,8868 (0,0016)***	0,8501 (1,49e-023)***	-0,0055 (0,2152)

	α	β_T	β_{dY^P}
dY^{Grecia}	75,761 (0,1059)	-2,3104 (0,1098)	0,525 (0,0058)***
T	3,968 (0,0047)***	0,877 (9,45e-26)***	0,0026 (0,7491)
$dY^{Honduras}$	41,905 (0,2130)	-1,2007 (0,2458)	0,2201 (0,1167)
T	3,5283 (0,0152)**	0,8901 (2,61e-025)***	0,0093 (0,2469)
$dY^{Indonesia}$	34,6708 (0,3003)	-0,9512 (0,3549)	0,29 (0,0013)***
T	4,0934 (0,0036)***	0,8742 (1,19e-025)***	-6,99E-05 (0,9802)
dY^{Iran}	20,6135 (0,7832)	-0,573 (0,8020)	0,474 (0,0039)***
T	4,0511 (0,007)***	0,8754 (3,36e-024)***	0,000432 (0,9368)
$dY^{Islanda}$	31,3575 (0,3899)	-0,9101 (0,4189)	0,4275 (3,09e-08)***
T	3,89 (0,0262)**	0,8801 (9,87e-022)***	0,0024 (0,7239)
$dY^{Israele}$	46,3901 (0,2418)	-1,3304 (0,2723)	0,3176 (0,0084)***
T	6,21445	0,8099	-0,01888

	α	β_T	β_{dY^P}
dY^{Italia}	(0,0061)***	(2,92e-016)***	(0,2648)
	86,7655	-2,6304	0,2195
	(6,99e-05)***	(8,11e-05)***	(0,2253)
T	4,0898	0,8743	-3,65E-05
$dY^{Messico}$	(0,0227)**	(3,64e-021)***	(0,9969)
	55,5193	-1,6298	0,2421
	(0,0704)*	(0,0812)*	(0,0629)*
T	6,36533	0,807	-0,013
$dY^{SudCorea}$	(0,0018)***	(1,95e-018)***	(0,2820)
	168,991	-5,0063	0,0381
	(2,50e-06)***	(3,77e-06)***	(0,7853)
T	5,95188	0,818629	-0,0229
dY^{UE}	(0,0021)***	(3,14e-019)***	(0,1314)
	43,8023	-1,3089	0,4052
	(0,0158)**	(0,0184)**	(0,0065)***
T	4,63625	0,858652	-0,0112
dY^{Mondo}	(0,0026)***	(5,79e-024)***	(0,5117)
	28,9034	-0,8246	0,3311
	(0,0451)**	(0,0601)*	(0,0237)**

Confronto con la letteratura

In entrambe le analisi macroeconomiche ricorrono delle analogie con la letteratura. Gli studi condotti da *Bansal e Ochoa (2011)* confermano anch'essi un diffuso calo della crescita economica a livello globale. Ciò si riscontra, in modo simile, anche nell'analisi macroeconomica svolta a livello globale in questa tesi.

Per quanto riguarda l'analisi macroeconomica, strettamente legata all'economia statunitense, si può affermare solo una parziale analogia con il lavoro condotto da *Colacito et al. (2016)*. La mancanza di un'ampia somiglianza tra i risultati presenti in questa tesi e quelli riportati da *Colacito et al. (2016)* è data principalmente da due motivi relativi all'utilizzo dei dati climatici. Il primo consiste nel fatto che nello studio di *Colacito et al. (2016)* sono stati utilizzati dati nazionali mentre in questa tesi sono stati utilizzati dati globali. Il secondo motivo invece, riguarda il diverso arco temporale utilizzato per costruire la serie storica della temperatura. Nello studio di *Colacito et al. (2016)* viene prevalentemente utilizzata la temperatura estiva mentre in questa tesi viene utilizzata la temperatura annuale.

Nonostante le diversità, in entrambe le analisi si riscontra un danno a livello macroeconomico statunitense.

3.2 Analisi dei mercati

In questa sezione verranno riportati i risultati delle analisi condotte relative all'impatto dell'innalzamento della temperatura sui diversi settori di mercato e sui principali indici finanziari.

Per verificare l'incidenza della temperatura sulla redditività di mercato si è utilizzato il metodo OLS (Ordinary Least Squares), conosciuto in italiano come Metodo dei Minimi Quadrati. Si ricordi, dal Capitolo 2, che la regressione lineare è stata impostata come segue:

$$R_t^s = \alpha + \beta dT_{t-1} + \varepsilon_t$$

L'analisi è stata condotta sul mercato statunitense suddiviso in 5, 12, 30 e 48 settori di mercato durante due intervalli di tempo: dal 1934 al 1970 e dal 1970 al 2014. I risultati riportati nelle tabelle in Appendice B (B.1, B.2 e B.3) e in Tabella 3.1 mostrano l'incidenza della temperatura sulla redditività dei mercati rispettivamente per il mercato suddiviso in 5, 12, 30 e 48 settori.

L'analisi è stata condotta in questo modo per comprendere, da un lato, come sia evoluta nel tempo l'incidenza della temperatura sui mercati, osservando due archi temporali; dall'altro invece, si è voluto verificare in che modo gli effetti del surriscaldamento globale si siano manifestati sui diversi settori di mercato, per fare ciò sono stati dunque analizzati diversi raggruppamenti di mercato. Utilizzando quattro diversi portfolio, costruiti con la stessa metodologia ma utilizzando raggruppamenti settoriali diversi, è stato possibile osservare come gli effetti della temperatura siano più visibili in alcune precise attività di mercato. Nel caso di una suddivisione limitata, come nel portfolio industriale composto solo da 5 e 12 raggruppamenti di mercato, l'incidenza della temperatura risulta meno visibile. Tale incidenza risulta più facilmente riscontrabile nei portfolio con maggiori suddivisioni quali quelli composti da 30 e 48 settori.

Dunque, per comprendere al meglio quale sia l'entità degli effetti del cambiamento climatico sulle attività di mercato risulta utile da un lato analizzare le macroaree di

mercato, per verificare l'eventuale presenza di cause comuni ad esse, mentre dall'altro risulta indispensabile entrare il più possibile nel dettaglio delle singole attività di mercato per comprendere quali tra esse siano le più colpite.

Osservazioni generali

Osservando le tabelle che riportano i risultati dell'analisi condotta, si possono evidenziare tre elementi salienti che forniscono delle prove utili a comprendere l'effetto del cambiamento climatico sui mercati.

1 La significatività statistica di β_{dT}^s aumenta nel tempo: Le quattro tabelle mostrano, come anticipato precedentemente, due intervalli temporali: dal 1934 al 1970 e dal 1970 al 2014. In tutte e quattro le tabelle (specialmente nei portfolio industriali composti da 30 e 48 settori) si riscontra un aumento della sensibilità dei mercati alla variabile climatica. Infatti facendo un confronto tra i due archi temporali in tutte e quattro si può notare che:

Nel Portfolio con 5 settori nel primo periodo nessun settore risulta sensibile alla variabile climatica, mentre nel secondo un solo settore risulta essere sensibile.

Nel Portfolio con 12 settori si hanno in entrambi gli archi due β_{dT}^s statisticamente significativi.

Nel Portfolio con 30 settori nel primo arco temporale ci sono 3 settori sensibili alla temperatura, mentre nel secondo il numero aumenta a 7.

Nel Portfolio con 48 settori, ci sono 4 β_{dT}^s statisticamente significativi nel periodo 1934-1970, mentre per il periodo 1970-2014 i β_{dT}^s che risultano essere statisticamente significativi sono 11.

2 L'effetto del coefficiente β_{dT}^s incide diversamente nei due archi temporali: Osservando tutte le tabelle si può riscontrare un'analogia comune estremamente importante. Infatti in tutte e quattro le analisi il coefficiente β_{dT}^s risulta essere nel primo arco temporale prevalentemente positivo, mentre nel secondo prevalentemente negativo.

Da questi risultati si può affermare che il clima abbia avuto nel corso degli

ultimi cento anni un effetto opposto sulla redditività dei mercati. Del resto, in letteratura è stato dimostrato che temperature elevate incidono negativamente sulla produttività della forza lavoro e conseguentemente anche sulla performance.

3 La significatività della variabile climatica è più visibile nei portfolio più suddivisi: L'effetto della temperatura sulla redditività di mercato si riscontra più facilmente quando raggruppamenti includono meno attività di mercato. In questo modo si possono evidenziare i mercati che più risultano essere sensibili all'aumento della temperatura.

Esempio: Per comprendere meglio questo punto, si prenda come esempio la voce "Shops" in Appendice B.2. Nella seconda colonna, relativa all'arco temporale più recente, il coefficiente del regressore non risulta essere statisticamente significativo. Utilizzando i SIC code si può notare che tale voce è stata costituita utilizzando una vasta gamma di attività di mercato che comprendono sia le vendite al dettaglio che quelle all'ingrosso sia ulteriori servizi. Dunque l'intero raggruppamento "Shops" non risulta essere sensibile all'incidenza della temperatura ma non è detto che le singole voci che lo compongono siano a loro volta singolarmente non sensibili all'innalzamento della temperatura.

Visionando la Tabella 3.4, risultano presenti in due voci distinte le vendite al dettaglio ("Rtail") e le vendite all'ingrosso ("Whlsl"). Osservando sempre lo stesso arco temporale, risulta che il coefficiente angolare della prima voce non è statisticamente significativo mentre lo è quello della seconda.

Un'ulteriore precisazione deve essere fatta in merito a R^2 . Infatti, all'interno delle tabelle, non è stato riportato R^2 in quanto, utilizzando come unico regressore la temperatura, non fornisce alcuna informazione utile a capire quanto il modello sia spiegato. Del resto, non si può pensare che la variazione percentuale della variabile climatica sia una variabile altamente esplicativa dell'andamento delle performance dei mercati.

Per questo motivo, il modello, per essere più completo, dovrebbe contenere altri fattori di rischio (alcuni dei quali già indicati in letteratura tra questi si ricordino:

Labour Productivity e Fama & French Factors).

Tuttavia, è opportuno riportare che R^2 tende ad aumentare leggermente nel secondo arco temporale, il che fa presupporre che, col passare del tempo e con il continuo aumento della temperatura, il clima stia diventando sempre più una variabile da tenere in considerazione per comprendere l'andamento dei mercati finanziari.

Confronto con la letteratura

Si è deciso di prendere come riferimento l'analisi condotta sul portfolio con il maggior numero di voci, in quanto contiene al suo interno la maggior suddivisione delle attività di mercato. Si è deciso di non ricercare le cause dell'incidenza dell'aumento della temperatura in ogni singolo settore di mercato in quanto in letteratura ci sono ancora troppi pochi riscontri per poter affermare quali siano le cause specifiche per le singole attività di mercato. Tuttavia, si è deciso di ricercare le analogie tra le analisi condotte sui portfolio e la letteratura.

Da questa analisi, nel primo arco temporale, si è rilevato un effetto nei seguenti settori: Automobilistico (Autos), Utenze (Util), Telecomunicazioni (Telcm), Immobiliare (RIEst). Nel secondo arco temporale invece i settori che sono risultati sensibili sono i seguenti: Merendine e Bibite (Soda), Intrattenimento (Fun), Chimico (Chems), Edilizia (Cnstr), Macchinari (Mach), Petrolio e Gas naturali (Oil), Utenze (Util), Servizi non commerciali (PerSv), Vendite all'ingrosso (Whsl), Assicurazioni (Insur), Immobiliare (RIEst).

Questi riscontri ricorrono anche negli studi di *Colacito, Hoffmann e Phan (2016)* e di *Balvares, R., D. Du, X. Zhao (2017)* (nonostante in entrambi gli studi i dati relativi alla temperatura siano diversi tra loro e anche da quelli utilizzati nell'analisi dati di questa tesi). Nel primo studio è stato riscontrato un effetto su: Servizi, Intrattenimento, Assicurazioni, Mercato immobiliare, Vendite al dettaglio, Vendite all'ingrosso, Telecomunicazioni, Edilizia, Utenze, Minerali e Petrolio, Agricoltura.

Nel secondo studio invece il riscontro è stato rilevato sui seguenti settori: Intrattenimento, Libri, Vestiti, Sanità, Chimico, Tessile, Costruzioni, Acciaio, Macchinari, Automobili, Trasporti, Minerali e Petrolio, Servizi commerciali e non, Trasporto marittimo, Trasporti, Vendite al dettaglio, Vendite all'ingrosso, Ristorazione, Assi-

curazioni, Finanza e Mercato immobiliare.

Si può notare che in molti casi l'analisi empirica eseguita in questa tesi rispecchia le analisi condotte in letteratura.

Di seguito si espone la tabella contenente i risultati appena esposti:

Tabella 3.4: **Analisi dei mercati: 48 settori**

Note: L'analisi è stata condotta utilizzando come variabile dipendente il rendimento di ogni singolo settore di mercato (*48 Fama and French Industry Portfolios*) e come variabile indipendente la variazione percentuale della temperatura con un ritardo. Per ogni regressione sono stati riportati i valori della costante e del coefficiente stimato della variabile indipendente, nel nostro caso è stato indicato con β_{dT}^s dove s indica il settore sotto analisi e dT indica la variabile indipendente utilizzata. Tra parentesi sono indicati i p-value dei relativi coefficienti stimati. I simboli ***, **, * indicano rispettivamente il livello di significatività al: 1%, 5% e 10%. La notazione "ND" indica che i dati non sono disponibili. Per la spiegazione dei dati utilizzati si consulti il Capitolo 2.

I dettagli relativi alla costruzione del portfolio sono disponibili al seguente [link](#)

	1934-1970		1970-2014	
	α	β_{dT}^s	α	β_{dT}^s
1 Agric	10,583 (0,0053)***	-4,295 (0,6766)	13,118 (0,0001)***	-5,746 (0,1278)
2 Food	10,998 (3,82e-05)***	6,740 (0,1222)	15,468 (3,64e-06)***	-6,991 (0,1807)
3 Soda	ND ND	ND ND	16,238 (4,80e-05)***	-14,395 (0,0156)**
4 Beer	14,807 (0,0061)***	16,388 (0,1726)	15,530 (2,56e-05)***	-7,209 (0,1335)
5 Smoke	11,603 (0,0007)***	2,560 (0,6780)	19,344 (3,21e-07)***	-6,286 (0,3711)
6 Meals	19,102 (0,0032)***	15,122 (0,1466)	14,955 (9,82e-07)***	-12,946 (0,1659)
7 Toys	20,854 (0,0025)***	-0,021 (0,9989)	10,993 (0,0027)***	-6,016 (0,3884)

	1934-1970		1970-2014	
	α	β_{ATR}^s	α	β_{ATR}^s
8 Fun	17,548 (0,0021)***	14,389 (0,1200)	19,361 (2,85e-07)***	-16,657 (0,0786)*
9 Books	17,306 (0,0396)**	2,220 (0,8398)	13,246 (0,0009)***	-7,389 (0,2054)
10 Hshld	14,580 (2,41e-06)***	2,599 (0,6988)	11,472 (1,09e-05)***	-4,092 (0,4298)
11 Clths	11,067 (0,0003)***	3,082 (0,5963)	15,895 (0,0001)***	-8,961 (0,3473)
12 Hlth	ND ND	ND ND	15,798 (0,0082)***	-14,808 (0,1385)
13 MedEq	18,510 (0,0001)***	2,064 (0,8022)	13,334 (2,33e-05)***	-4,865 (0,4029)
14 Drugs	15,290 (1,44e-05)***	1,322 (0,8722)	14,484 (0,0001)***	-2,670 (0,5652)
15 Chems	11,278 (0,0002)***	5,063 (0,2732)	14,001 (3,03e-08)***	-7,759 (0,0597)*
16 Rubbr	ND ND	ND ND	13,570 (1,89e-05)***	-6,893 (0,2586)
17 Txtls	15,941 (0,0003)***	9,911 (0,3448)	14,537 (0,0006)***	-9,147 (0,1912)
18 BldMt	13,355 (0,0004)***	8,185 (0,1444)	12,896 (6,57e-05)***	-6,741 (0,1600)
19 Cnstr	19,117 (0,0059)***	14,579 (0,288)	12,085 (0,0060)***	-9,500 (0,0154)**
20 Steel	14,011 (0,0022)***	6,480 (0,4693)	9,393 (0,0018)***	-2,366 (0,5645)
21 FabPr	ND ND	ND ND	9,244 (0,0089)***	-2,235 (0,5643)

	1934-1970		1970-2014	
	α	β_{AT}^s	α	β_{AT}^s
22 Mach	14,687 (0,0002)***	5,848 (0,4229)	12,657 (1,93e-07)***	-7,074 (0,0577)*
23 ElcEq	14,846 (0,0007)***	7,851 (0,3238)	15,440 (5,61e-06)***	-3,169 (0,5822)
24 Autos	17,084 (2,15e-05)***	12,104 (0,0924)*	13,036 (0,0012)***	-6,849 (0,2759)
25 Aereo	17,078 (0,0074)***	8,831 (0,4294)	16,682 (9,76e-06)***	-5,178 (0,4463)
26 Ships	11,393 (0,0028)***	2,855 (0,6069)	14,044 (0,0004)***	-4,252 (0,2652)
27 Guns	ND ND	ND ND	17,116 (7,93e-06)***	-6,837 (0,1687)
28 Gold	ND ND	ND ND	8,708 (0,1157).	-0,672 (0,9097)
29 Mines	12,395 (0,0012)***	4,408 (0,5443)	13,871 (0,0012)***	-2,579 (0,5284)
30 Coal	17,546 (0,0001)***	0,785 (0,9125)	15,333 (0,0177)**	-8,237 (0,2799)
31 Oil	13,779 (4,90e-05)***	2,917 (0,4524)	14,197 (1,46e-06)***	-4,036 (0,0676)*
32 Util	11,717 (0,0006)***	12,306 (0,0539)*	13,027 (6,19e-08)***	-8,950 (0,0195)**
33 Telcm	9,658 (0,0004)***	8,033 (0,0966)*	13,096 (0,0003)***	1,77339 (0,7345)
34 PerSv	22,903 (0,0090)***	-5,429 (0,6146)	9,049 (0,0269)**	-8,223 (0,0791)*
35 BusSV	14,121 (0,0069)***	15,362 (0,1838)	14,185 (0,0005)***	1,032 (0,9003)

	1934-1970		1970-2014	
	α	β_{AT}^s	α	β_{AT}^s
36 Comps	20,013 (4,36e-05)***	5,358 (0,5025)	11,459 (0,0060)***	1,607 (0,8441)
37 Chips	17,799 (0,0019)***	-0,389 (0,9555)	14,143 (0,0015)***	-2,782 (0,7615)
38 LabEq	15,800 (0,0003)***	0,290 (0,9713)	13,286 (3,84e-05)***	-7,372 (0,2190)
39 Paper	ND ND	ND ND	13,179 (7,25e-07)***	-6,418 (0,1654)
40 Boxes	13,559 (0,0003)***	2,684 (0,6217)	12,396 (1,08e-05)***	1,413 (0,7883)
41 Trans	11,415 (0,0036)***	9,588 (0,2667)	13,315 (3,25e-06)***	-5,714 (0,1871)
42 Whlsl	15,502 (0,0025)***	0,760 (0,9194)	13,604 (2,08e-06)***	-9,887 (0,0236)**
43 Rtail	14,234 (1,76e-06)***	7,017 (0,2707)	14,515 (6,47e-05)***	-4,172 (0,5528)
44 Banks	17,604 (0,0002)***	0,138 (0,9858)	12,996 (0,0007)***	-4,183 (0,3849)
45 Insur	12,107 (1,34e-05)***	5,626 (0,1648)	13,995 (1,04e-05)***	-7,136 (0,0413)**
46 RlEst	18,396 (0,0118)**	18,070 (0,0944)*	9,422 (0,0536)*	-9,723 (0,0503)*
47 Fin	15,619 (0,0011)***	12,135 (0,1524)	15,947 (2,96e-05)***	-6,262 (0,1906)
48 Other	13,333 (0,0034)***	6,812 (0,4336)	7,339 (0,0683)*	-6,893 (0,1606)

Dettagli voci: **1** [Agriculture], **2** [Food Products], **3** [Candy & Soda], **4** [Beer & Liquor], **5** [Tobacco Products], **6** [Restaurants, Hotels, Motels], **7** [Recreation], **8** [Entertainment], **9** [Printing and Publishing], **10** [Consumer Goods], **11** [Apparel], **12** [Healthcare], **13** [Medical Equipment], **14** [Pharmaceutical Products], **15** [Chemicals], **16** [Rubber and Plastic Products], **17** [Textiles], **18** [Construction Materials], **19** [Construction], **20** [Steel Works Etc], **21** [Fabricated Products], **22** [Machinery], **23** [Electrical Equipment], **24** [Automobiles and Trucks], **25** [Aircraft], **26** [Shipbuilding, Railroad Equipment], **27** [Defense], **28** [Precious Metals], **29** [Non-Metallic and Industrial Metal Mining], **30** [Coal], **31** [Petroleum and Natural Gas], **32** [Utilities], **33** [Communication], **34** [Personal Services], **35** [Business Services], **36** [Computers], **37** [Electronic Equipment], **38** [Measuring and Control Equipment], **39** [Business Supplies], **40** [Shipping Containers], **41** [Transportation], **42** [Wholesale], **43** [Retail], **44** [Banking], **45** [Insurance], **46** [Real Estate], **47** [Trading], **48** [Almost Nothing]

Le cause del calo di redditività

Non è facile comprendere quali siano le cause che spiegano la perdita di redditività nei settori nominati precedentemente, poiché quelle fornite in letteratura spiegano solo in parte gli effetti riscontrati.

Le cause specifiche sono infatti difficili da rilevare. In questa tesi verranno indagate soltanto i possibili motivi relativi ad alcuni settori di mercato risultati sensibili all'aumento della temperatura.

Il settore dell'intrattenimento (Fun) e delle vendite all'ingrosso (Whls) risultano essere negativamente condizionate probabilmente per una decisione da parte dei consumatori di una diversa allocazione del proprio tempo durante le giornate caratterizzate da elevate temperature. In altre parole, i consumatori preferiscono modificare le proprie decisioni in base alla temperatura. Infatti, i consumatori, si pensi al periodo estivo, preferiscono evitare di andare a fare acquisti o in generale dedicarsi ad attività all'aria aperta nelle ore più calde della giornata.

Il settore delle merendine e delle bibite (Soda) potrebbe essere negativamente influenzato dall'aumento della temperatura come conseguenza dei danni subiti dalla produzione del settore alimentare. Tuttavia è opportuno fare alcune osservazioni a riguardo. In questa analisi empirica, come in quella condotta da *Balvares et al*

(2017), non c'è stato nessun riscontro relativo né all'agricoltura né all'intero settore alimentare. Invece, il riscontro è presente nello studio di *Colacito et al. (2016)*. Dunque è possibile che il mercato in questione subisca di fatto un effetto a cascata, la cui "sorgente" non risulta tuttavia visibile in questa analisi dati.

Una logica simile alla precedente spiega anche il calo della redditività nel settore chimico (Chems). Questo settore include al suo interno la produzione di plastica, che detiene una quota consistente dell'intero settore. Tale materiale è un derivato del petrolio e dunque è estremamente legato al suo mercato. Dunque se quest'ultimo risulta negativamente condizionato dal surriscaldamento globale, come dimostrato nell'analisi empirica, l'effetto ricadrà anche sulla produzione della plastica.

Per il settore immobiliare (RIEst) la causa della perdita di redditività può essere spiegata tramite il meccanismo "*search and match*". ossia quel processo tramite cui chi è intenzionato a comprare un immobile dedica del tempo a ricercarne uno fino a quando decide che la sua ricerca ha prodotto un risultato soddisfacente e procede con l'acquisto dell'immobile desiderato. Tuttavia, secondo *Colacito et al. (2016)*, la ricerca viene negativamente caratterizzata nel periodo estivo a causa della temperatura sempre più elevata. I consumatori infatti spendono meno tempo nella ricerca dell'immobile e di conseguenza, a cascata, ciò genera un crollo nelle vendite. Questa può essere una possibile spiegazione, ovviamente parziale, del perché il settore immobiliare sia danneggiato dal surriscaldamento globale.

Per il settore edile (Cnstr) invece, la maggior parte della letteratura concorda che la causa sia legata al calo della produttività della forza lavoro. Infatti, lavorare all'aria aperta rende la forza lavoro estremamente soggetta alle temperature ed è facilmente comprensibile che una temperatura molto elevata possa creare enormi disagi. Inoltre, una temperatura elevata causa un aumento di malori e malesseri fisici. Sono stati condotti a riguardo due studi. Il primo di *Isaksen et al. (2015)* ha dimostrato che un clima afoso e caratterizzato da una temperatura elevata aumenta il numero dei ricoveri e delle morti. Il secondo invece, condotto da *Choudhary e Vaidyanathan (2014)* ha dimostrato che l'aumento della temperatura estiva ha causato un aumento dei casi di "Heat Stress Illness" (HSI), che consistono essenzialmente in colpi di calore e di sole. Questi due studi potrebbero spiegare inoltre il calo di redditività

nel settore assicurativo (Insur). Infatti, il settore assicurativo operante in ambito sanitario, che negli Stati Uniti costituisce una fetta consistente dell'intero settore in questione, è particolarmente soggetto all'aumento del rischio di malattie e morti, che causerebbero un aumento dei rimborsi e delle indennità.

Per quanto riguarda il settore energetico (Oil, Util) sussiste a riguardo un enorme punto di domanda. Da un lato si può infatti argomentare, come sostenuto nello studio di *Colacito, Hoffmann e Phan (2016)*, che l'aumento della temperatura richiede una maggiore domanda per la climatizzazione durante il periodo estivo. D'altra parte, considerando l'intero anno un aumento della temperatura media, richiederebbe meno energia per il riscaldamento. A riguardo sono stati condotti molti studi nel corso degli ultimi decenni sia negli Stati Uniti che in altri paesi del mondo. Generalmente sembra che il consumo di energia tenda mediamente ad aumentare in funzione del surriscaldamento globale. Ciò, secondo anche *Colacito et al. (2016)* provocherebbe un effetto positivo sulla performance del mercato energetico. D'altra parte è opportuno anche tenere a mente che l'aumento della temperatura è correlato anche all'aumento di eventi atmosferici estremi quali, per esempio, uragani e forti tempeste. L'aumento di questi fenomeni genera un impatto negativo sull'immagazzinamento delle risorse e sulla loro distribuzione. Tale instabilità climatica ha addirittura creato un mercato in cui è possibile investire/scommettere sugli eventi atmosferici.

In conclusione, si può affermare che una quota consistente dei mercati finanziari americani subisca un calo di redditività causato dal surriscaldamento globale.

Capitolo 4

Conclusioni

Dalle analisi condotte si può osservare un effetto negativo dell'aumento della temperatura sulle variabili macroeconomiche e su quelle relative ai mercati finanziari. L'analisi dati svolta fornisce un elemento a supporto delle teorie economiche presenti in letteratura che hanno dimostrato l'incidenza negativa del cambiamento climatico sull'economia.

In particolare, è possibile affermare che il continuo aumento della temperatura sia diventato, sempre più, una variabile fondamentale da tenere in considerazione per comprendere l'andamento dei mercati finanziari e della macroeconomia.

Infatti, da un lato risulta visibile come, nel corso dell'ultimo mezzo secolo, l'aumento della temperatura abbia condizionato negativamente un numero sempre più elevato di settori di mercato, causando un diffuso calo di redditività. In particolare, il danno maggiore è stato riportato nei seguenti settori: Merendine e Bibite (Soda), Intrattenimento (Fun), Chimico (Chems), Edilizia (Cnstr), Macchinari (Mach), Petrolio e Gas naturali (Oil), Utenze (Util), Servizi non commerciali (PerSv), Vendite all'ingrosso (Whlsl), Assicurazioni (Insur), Immobiliare (RIEst).

Dall'altro lato invece, è stata riscontrata una contrazione della crescita economica, sia a livello statunitense che mondiale. In particolare, negli USA è stata riscontrata una riduzione del tasso di crescita sia dei consumi che del prodotto interno lordo. Inoltre, in 7 paesi, dei 14 considerati nell'analisi, è stato evidenziato un danno alla crescita economica causato dal surriscaldamento globale.

Tuttavia, si tenga in considerazione che in questo studio, come nella maggior par-

te degli studi presenti in letteratura, si è tenuto conto prevalentemente di un solo fenomeno del cambiamento climatico: l'aumento della temperatura. Tuttavia, l'aumento della temperatura non è l'unico problema da tenere in considerazione. Infatti, il cambiamento climatico comporta un'ulteriore serie di complicazioni tra le quali: l'acidificazione degli oceani, l'innalzamento del livello dei mari, lo scioglimento dei ghiacciai e l'aumento del numero di eventi estremi (uragani, forti tempeste, ...). Tali fenomeni costituiscono certamente variabili essenziali da analizzare per comprendere quali siano i danni che l'economia globale sta subendo.

Bibliografia

- [1] Baker J. e Cameron M. (1996):"The effects of the service environment on affect and consumer perception of waiting time: An integrative review and research propositions", *Journal of the Academy of Marketing Science*, 24(4), 338-349.
- [2] Balvares, R., D. Du, X. Zhao (2017):"Temperature shocks and the cost of equity capital: Implications for climate change perceptions", *Journal of Banking and Finance*, 77, 18-34
- [3] Bansal, R., M. Ochoa (2011):" Temperature, Aggregate Risk and Expected Returns", Working Paper 17575
- [4] Brückner, M., A. Ciccone (2011):"Rain and Democratic Window of Opportunity", *Econometrica*, 79(3), 923-947.
- [5] Bureau of Economic Analysis, U.S. , Dataset: "Real Gross Domestic Product", (2017).
- [6] Cachon G.P., Gallino S., e Olivares M. (2012):"Severe Weather and Automobile Assembly Productivity", Working Paper.
- [7] Cattaneo, C., G. Peri (2016):"The Migration Response to Increasing Temperatures", *Journal of Development Economics*, 122, 127-146.
- [8] Choudhary, Ekta and Ambarish Vaidyanathan (2014) :“Heat Stress Illness Hospitalizations Environmental Public Health Tracking Program, 20 States, 2001–2010,” *Morbidity and Mortality Weekly Report, Surveillance Summaries*, 63 (13), 1–16.

- [9] Colacito, R., Hoffmann B. and Phan T. (2016): "Temperature and Growth: A Panel Analysis of the United States", Working Paper.
- [10] Deschênes, O. e E. Moretti (2009): "Extreme Weather Events, Mortality, and Migration", *Review of Economics and Statistics*, 91(4), 659-681.
- [11] Donadelli, M., M. Jüppner, M. Riedel e C. Schlag (2017): "Temperature Shocks and Welfare Costs", Research Center Safe, Working Paper.
- [12] GISTEMP Team, 2017: GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP). NASA Goddard Institute for Space Studies. Dataset accessed 20YY-MM-DD at <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>.
- [13] Global Climate Change Impacts in the United States, Thomas R. Karl, Jerry M. Melillo, and Thomas C. Peterson, (eds.). Cambridge University Press, 2009.
- [14] Griffit W. e Veitch R. (1971): "Hot and crowded: Influence of population density and temperature on interpersonal affective behaviour", *Journal of Personality and Social Psychology*, 17(1), 92.
- [15] Hansen, J., R. Ruedy, M. Sato, and K. Lo, 2010: Global surface temperature change, *Rev. Geophys.*, 48, RG4004, doi:10.1029/2010RG000345.
- [16] Hsiang, S. M. (2010): "Temperatures and Cyclones Strongly Associated with Economic Production in the Caribbean and Central America", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(35), 15367-15372.
- [17] Hsiang, S.M., M. Burke, E. Miguel (2013): "Quantifying the influence of Climate on Human Conflict", *Science*, 341(6151).
- [18] Isaksen, Tania Busch, Michael G. Yost, Elizabeth K. Hom, You Ren, Hillary Lyons, Michael G. Yost, and Richard A. Fenske (2015): "Increased hospital admissions associated with extreme-heat exposure in King County, Washington, 1990– 2010," *Reviews on Environmental Health*, 30(1), 51–64.
- [19] Morice, C. P., J. J. Kennedy, N. A. Rayner, and P. D. Jones (2012), Quantifying uncertainties in global and regional temperature change using an ensemble of

observational estimates: The HadCRUT4 dataset, *J. Geophys. Res.*, 117, D08101, doi:10.1029/2011JD017187.

- [20] Nordhaus, W. D. (2008): "A Question of Balance: Weighing the Options on Global Warming Policies", Yale University Press.
- [21] Pindyck, Robert S. (2013): "Climate change policy: what do the models tell us?", National Bureau of Economic Research, Working Paper 19224.
- [22] Seppänen, O., Fisk W.J., Lei Q. (2006): "Effect of Temperature on Task Performance in Office Environment", Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, Working Paper
- [23] Starr-McCluer M. (2000): "The Effects of Weather on Retail Sales", Federal Reserve Board of Governors working paper.
- [24] Stern N. (2007): "The Economics of Climate Change", The Stern Review. Cambridge University Press.
- [25] The World Bank, Dataset: "GDP growth (annual %)", (2017).
- [26] Zivin, J.G., M. Neidell (2014): "Temperatures and the Allocation of Time: Implications for Climate Change", *Journal of Labor Economics*, 32(1), 1-26.

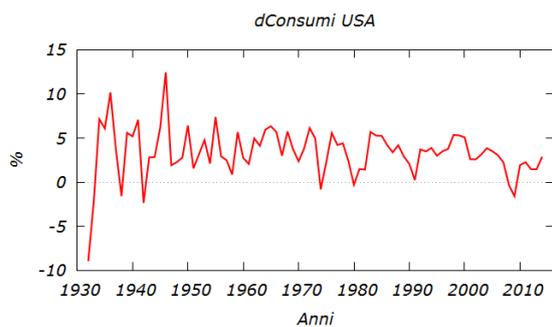
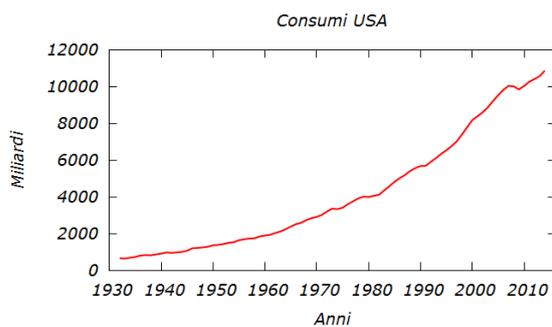
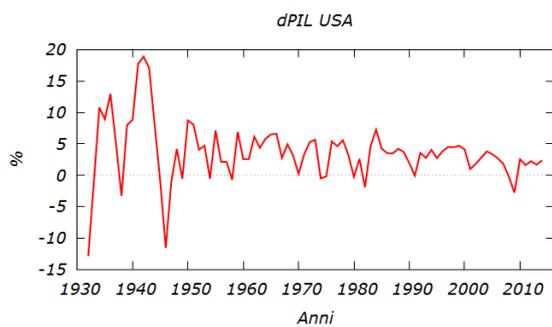
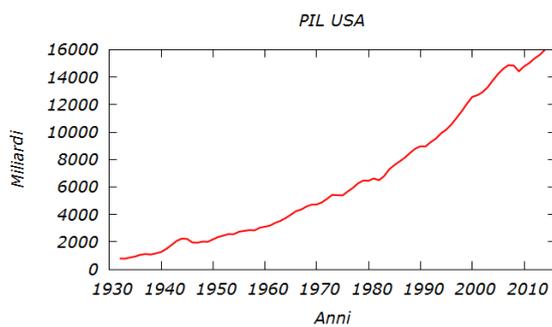
Allegati

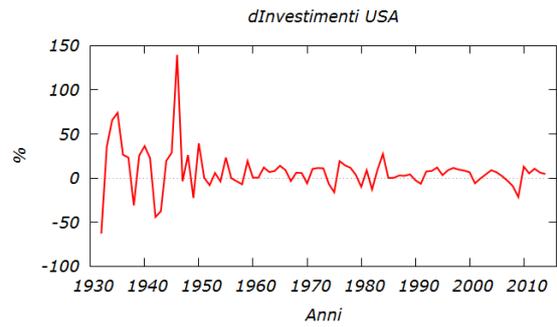
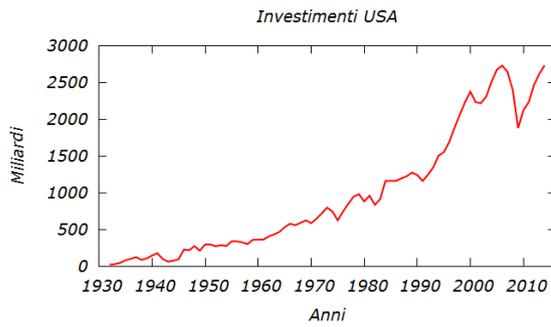
Appendice A

Serie storiche

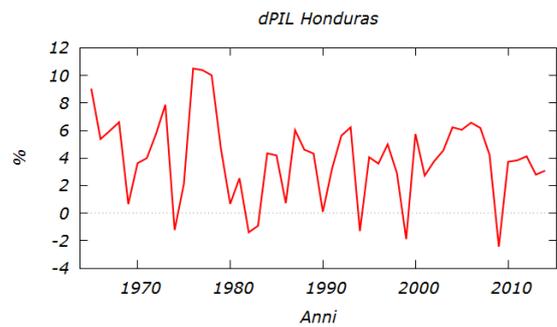
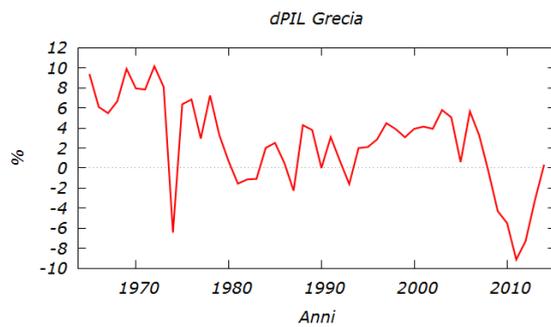
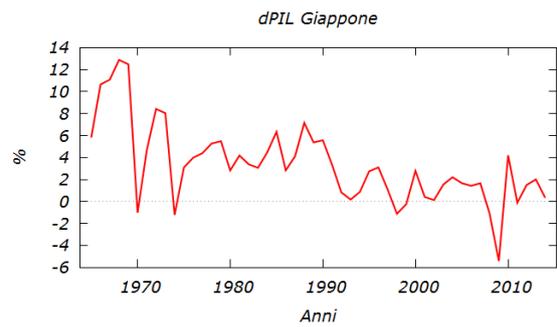
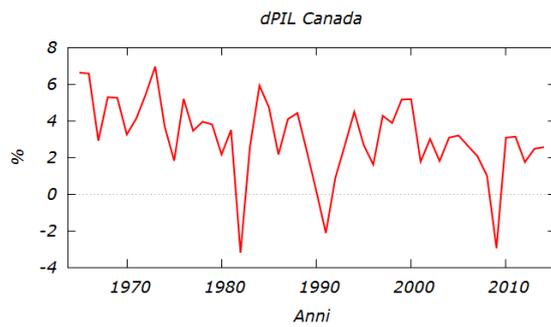
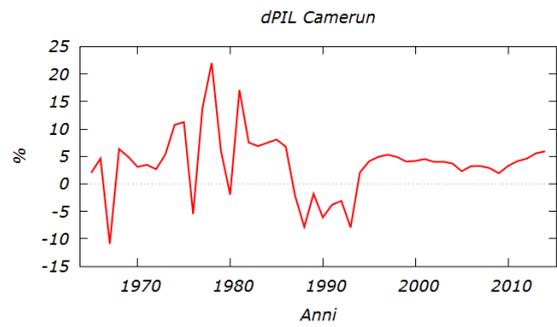
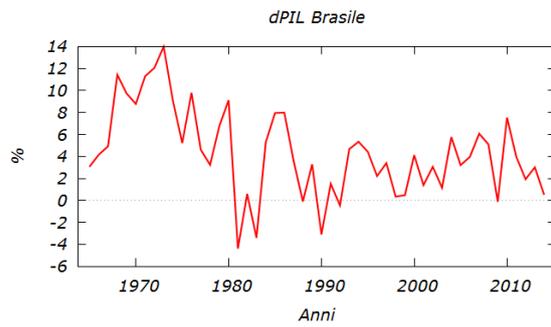
A.1 Variabili macroeconomiche

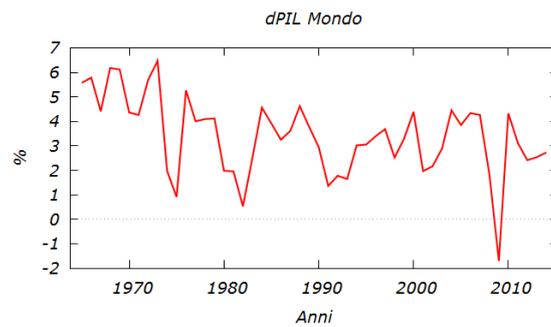
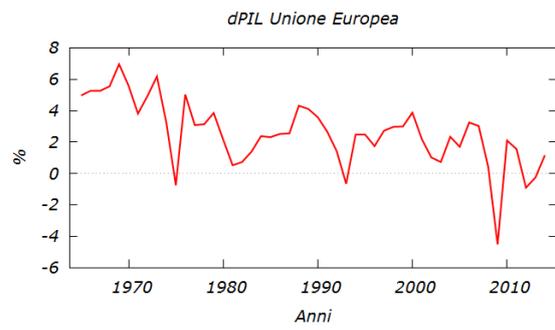
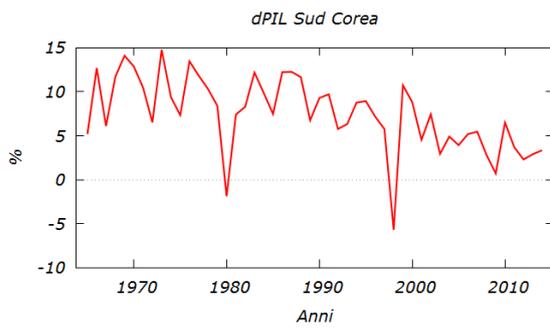
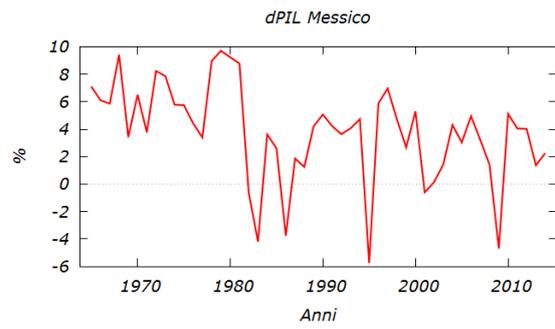
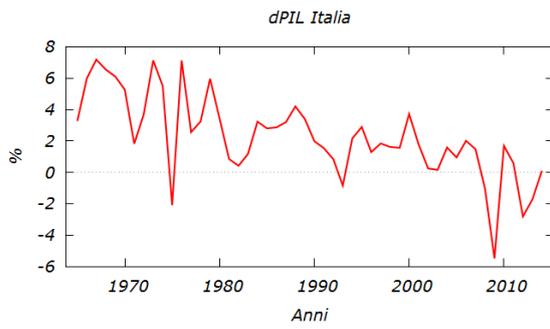
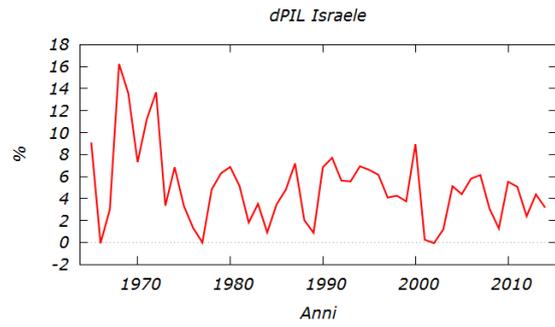
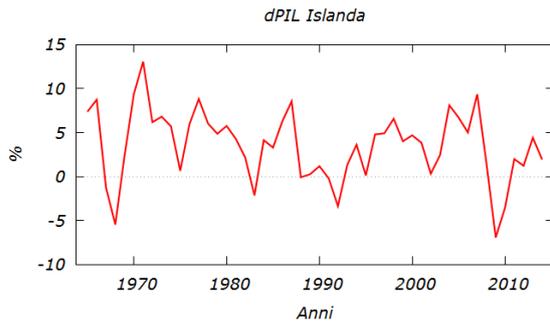
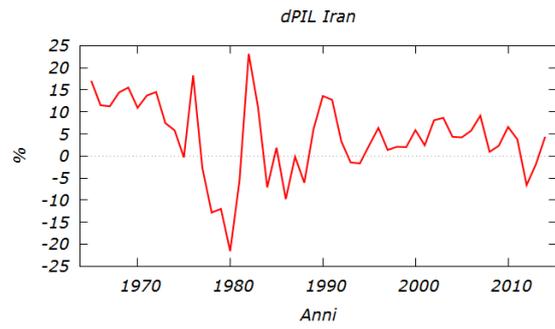
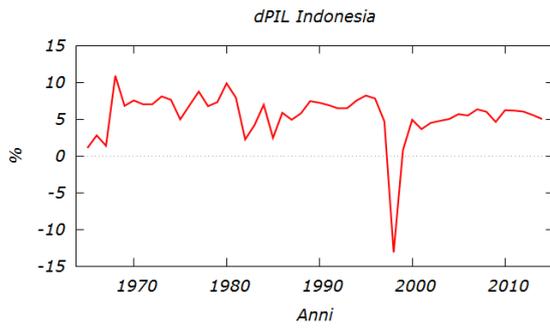
A.1.1 Variabili macroeconomiche statunitensi (1934-2014)



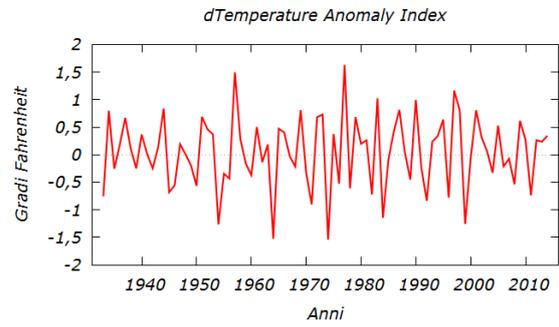
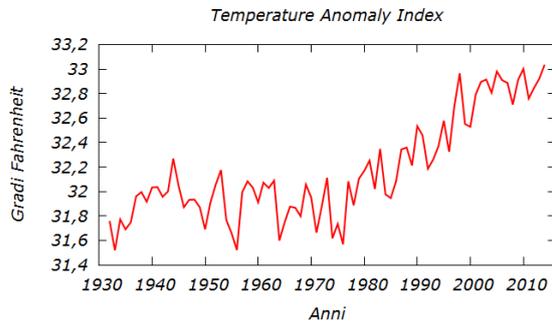


A.1.2 Tassi di crescita del PIL (1965-2014)





A.2 Variabili climatiche (1934-2014)



Appendice B

Analisi dei mercati

B.1 Portfolio con 5 settori

Note: L'analisi è stata condotta utilizzando come variabile dipendente il rendimento di ogni singolo settore di mercato (*5 Fama and French Industry Portfolios*) e come variabile indipendente la variazione percentuale della temperatura con un ritardo. Per ogni regressione sono stati riportati i valori della costante e del coefficiente stimato della variabile indipendente, nel nostro caso è stato indicato con β_{dT}^s dove s indica il settore sotto analisi e dT indica la variabile indipendente utilizzata. Tra parentesi sono indicati i p-value dei relativi coefficienti stimati. I simboli ***, **, * indicano rispettivamente il livello di significatività al: 1%, 5% e 10%. Per la spiegazione dei dati utilizzati si consulti il Capitolo 2.

I dettagli relativi alla costruzione del portfolio sono disponibili al seguente [link](#)

	1934-1970		1970-2014	
	α	β_{dT}^s	α	β_{dT}^s
1 Cnsmr	13,382 (4,21e-06)***	7,380 (0,2320)	13,928 (2,06e-06)***	-5,721 (0,2749)
2 Manuf	12,686 (4,47e-05)***	5,446 (0,2618)	13,069 (4,43e-09)***	-5,063 (0,0875)*
3 HiTec	12,410 (7,59e-05)***	7,311 (0,1926)	12,252 (0,0004)***	0,758 (0,9147)
4 Hlth	15,440	1,441	13,884	-3,154

	1934-1970		1970-2014	
	α	β_{dT}^s	α	β_{dT}^s
	(9,17e-06)***	(0,8596)	(4,11e-05)***	(0,4897)
5 Other	12,401	9,380	12,517	-5,814
	(0,0002)***	(0,1799)	(9,11e-05)***	(0,1331)

Dettagli voci: **1** [Consumer Durables, NonDurables, Wholesale, Retail, and Some Services (Laundries, Repair Shops)], **2** [Manufacturing, Energy, and Utilities], **3** [Business Equipment, Telephone and Television Transmission], **4** [Healthcare, Medical Equipment, and Drugs], **5** [Mines, Constr, BldMt, Trans, Hotels, Bus Serv, Entertainment, Finance]

B.2 Portfolio con 12 settori

Note: L'analisi è stata condotta utilizzando come variabile dipendente il rendimento di ogni singolo settore di mercato (*12 Fama and French Industry Portfolios*) e come variabile indipendente la variazione percentuale della temperatura con un ritardo. Per ogni regressione sono stati riportati i valori della costante e del coefficiente stimato della variabile indipendente, nel nostro caso è stato indicato con β_{dT}^s dove s indica il settore sotto analisi e dT indica la variabile indipendente utilizzata. Tra parentesi sono indicati i p-value dei relativi coefficienti stimati. I simboli ***, **, * indicano rispettivamente il livello di significatività al: 1%, 5% e 10%. Per la spiegazione dei dati utilizzati si consulti il Capitolo 2.

I dettagli relativi alla costruzione del portfolio sono disponibili al seguente [link](#)

	1934-1970		1970-2014	
	α	β_{dT}^s	α	β_{dT}^s
1 NoDur	11,351	5,374	14,993	-6,532
	(5,96e-05)***	(0,3367)	(2,50e-07)***	(0,1671)
2 Durbl	16,816	11,524	13,089	-7,261
	(2,02e-05)***	(0,1310)	(0,0002)***	(0,1988)
3 Manuf	13,989	5,104	13,073	-4,894
	(0,0003)***	(0,4815)	(1,13e-08)***	(0,2463)

	1934-1970		1970-2014	
	α	β_{dT}^s	α	β_{dT}^s
4 Enrgy	13,804 (4,42e-05)***	2,858 (0,4615)	14,196 (1,44e-06)***	-4,045 (0,0653)*
5 Chems	11,733 (3,47e-05)***	4,981 (0,2415)	12,916 (3,86e-08)***	-5,365 (0,1830)
6 BusEq	16,087 (0,0002)***	6,432 (0,3757)	12,107 (0,0015)***	0,443 (0,9572)
7 Telcm	9,658 (0,0004)***	8,033 (0,0966)*	13,094 (0,0003)***	1,770 (0,7350)
8 Utils	11,717 (0,0006)***	12,306 (0,0539)*	13,027 (6,19e-08)***	-8,950 (0,0195)**
9 Shops	14,180 (2,76e-06)***	6,703 (0,2901)	14,076 (0,0001)***	-5,623 (0,2386)
10 Hlth	15,440 (9,17e-06)***	1,441 (0,8596)	13,884 (4,11e-05)***	-3,154 (0,4897)
11 Money	14,411 (5,68e-05)***	8,315 (0,1098)	13,428 (0,0001)***	-5,581 (0,1660)
12 Other	12,165 (0,0010)***	9,469 (0,2544)	10,772 (0,0002)***	-5,603 (0,1841)

Dettagli voci: **1** [Consumer NonDurables – Food, Tobacco, Textiles, Apparel, Leather, Toys], **2** [Consumer Durables – Cars, TV’s, Furniture, Household Appliances], **3** [Manufacturing – Machinery, Trucks, Planes, Off Furn, Paper, Com Printing], **4** [Oil, Gas, and Coal Extraction and Products], **5** [Chemicals and Allied Products], **6** [Business Equipment – Computers, Software, and Electronic Equipment], **7** [Telephone and Television Transmission], **8** [Utilities], **9** [Wholesale, Retail, and Some Services (Laundries, Repair Shops)], **10** [Healthcare, Medical Equipment, and Drugs], **11** [Finance], **12** [Other – Mines, Constr, BldMt, Trans, Hotels, Bus Serv, Entertainment]

B.3 Portfolio con 30 settori

Note: L'analisi è stata condotta utilizzando come variabile dipendente il rendimento di ogni singolo settore di mercato (*5 Fama and French Industry Portfolios*) e come variabile indipendente la variazione percentuale della temperatura con un ritardo. Per ogni regressione sono stati riportati i valori della costante e del coefficiente stimato della variabile indipendente, nel nostro caso è stato indicato con β_{dT}^s dove s indica il settore sotto analisi e dT indica la variabile indipendente utilizzata. Tra parentesi sono indicati i p-value dei relativi coefficienti stimati. I simboli ***, **, * indicano rispettivamente il livello di significatività al: 1%, 5% e 10%. Per la spiegazione dei dati utilizzati si consulti il Capitolo 2.

I dettagli relativi alla costruzione del portfolio sono disponibili al seguente [link](#)

	1934-1970		1970-2014	
	α	β_{dT}^s	α	β_{dT}^s
1 Food	11,270 (9,21e-06)***	6,023 (0,1763)	15,139 (1,54e-06)***	-7,619 (0,1554)
2 Beer	14,807 (0,0061)***	16,388 (0,1726)	15,530 (2,56e-05)***	-7,209 (0,1335)
3 Smoke	11,603 (0,0007)***	2,560 (0,6780)	19,344 (3,21e-07)***	-6,286 (0,3711)
4 Games	17,641 (0,0028)***	6,378 (0,6383)	15,875 (1,69e-06)***	-11,611 (0,0949)*
5 Books	14,302 (0,0205)**	3,478 (0,7121)	12,828 (0,0007)***	-6,933 (0,2030)
6 Hshld	14,580 (2,41e-06)***	2,599 (0,6988)	11,471 (1,10e-05)***	-4,091 (0,4300)
7 Clths	11,067 (0,0003)***	3,082 (0,5963)	15,895 (0,0001)***	-8,961 (0,3473)
8 Hlth	15,440 (9,17e-06)***	1,441 (0,8596)	13,884 (4,11e-05)***	-3,154 (0,4897)
9 Chems	11,278 (0,0002)***	5,063 (0,2732)	14,001 (3,03e-08)***	-7,759 (0,0597)*
10 Txtls	15,941 (0,0003)***	9,911 (0,3448)	14,537 (0,0006)***	-9,147 (0,1912)
11 Cnstr	13,380 (0,0004)***	8,245 (0,1546)	12,033 (0,0002)***	-7,747 (0,0752)*

	1934-1970		1970-2014	
	α	β_{dT}^s	α	β_{dT}^s
12Steel	14,011 (0,0022)***	6,480 (0,4693)	9,393 (0,0018)***	-2,366 (0,5645)
13FabPr	14,644 (0,0003)***	5,871 (0,4206)	12,549 (2,49e-07)***	-6,711 (0,0649)*
14 ElcEq	14,846 (0,0012)***	7,851 (0,2797)	15,440 (5,61e-06)***	-3,169 (0,5822)
15 Autos	17,084 (2,15e-05)***	12,104 (0,0924)*	13,034 (0,0012)***	-6,850 (0,2758)
16 Carry	13,799 (0,0086)***	4,278 (0,6248)	16,025 (3,70e-06)***	-4,169 (0,4548)
17 Mines	12,106 (0,0009)***	6,139 (0,3318)	10,366 (0,0093)***	-3,350 (0,3578)
18 Coal	17,546 (0,0001)***	0,785 (0,9125)	15,333 (0,0177)**	-8,237 (0,2799)
19 Oil	13,779 (4,90e-05)***	2,917 (0,4524)	14,197 (1,46e-06)***	-4,0365 (0,0676)*
20 Util	11,717 (0,0006)***	12,306 (0,0539)*	13,027 (6,19e-08)***	-8,950 (0,0195)**
21 Telcm	9,658 (0,0004)***	8,033 (0,0966)*	13,094 (0,0003)***	1,770 (0,7350)
22 Servs	19,901 (0,0088)***	16,235 (0,1798)	13,505 (0,0010)***	0,203 (0,9799)
23 BusEq	17,829 (5,22e-05)***	3,456 (0,6401)	12,001 (0,0022)***	-0,336 (0,9664)
24 Paper	13,197 (0,0004)***	3,464 (0,5009)	12,249 (4,79e-07)***	-4,207 (0,3072)
25 Trans	11,418 (0,0036)***	9,577 (0,2672)	13,318 (3,21e-06)***	-5,741 (0,1841)
26 Whlsl	15,502 (0,0025)***	0,760 (0,9194)	13,604 (2,08e-06)**	-9,887 (0,0236)**
27 Rtail	14,234 (1,76e-06)***	7,0178 (0,2707)	14,515 (6,47e-05)***	-4,172 (0,5528)
28 Meals	19,102 (0,0032)***	15,122 (0,1466)	14,956 (9,82e-07)***	-12,945 (0,1659)

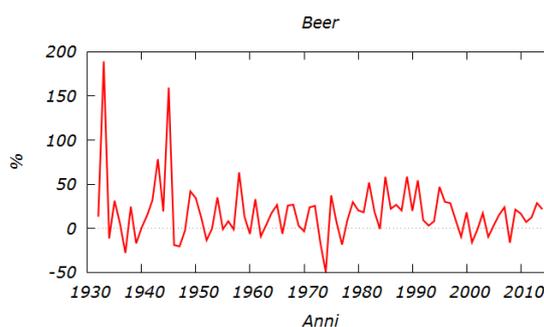
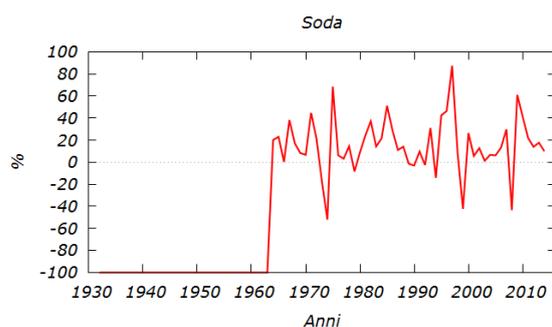
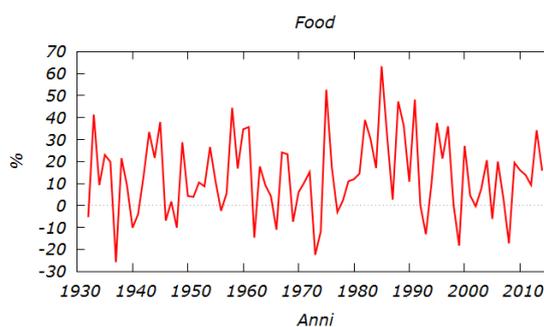
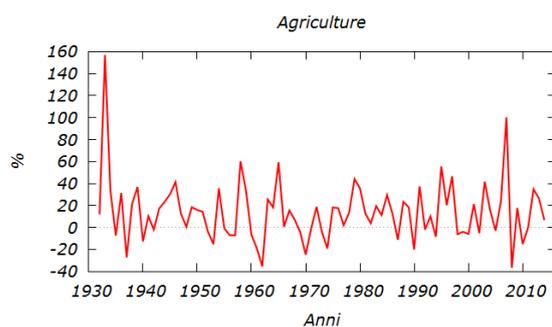
	1934-1970		1970-2014	
	α	β_{dT}^s	α	β_{dT}^s
29 Fin	14,411	8,315	13,429	-5,581
	(5,68e-05)***	(0,1098)	(0,0001)***	(0,1661)
30 Other	12,373	4,711	9,520	-6,211
	(0,0004)***	(0,5316)	(0,0036)***	(0,1319)

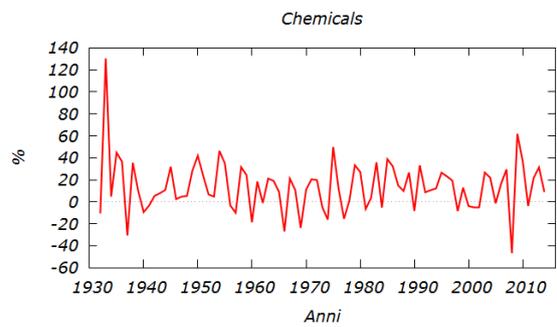
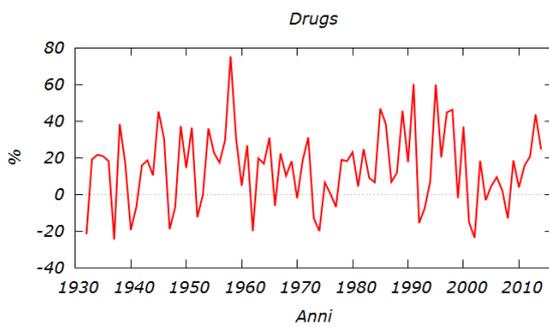
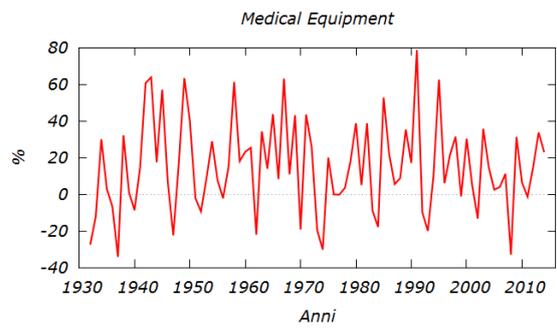
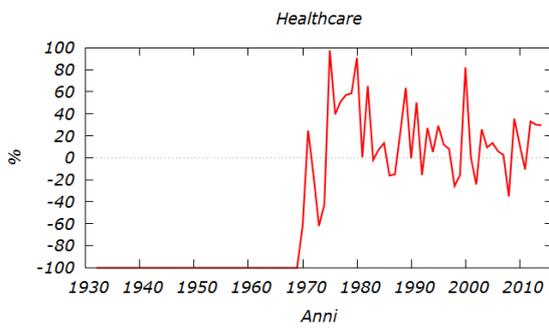
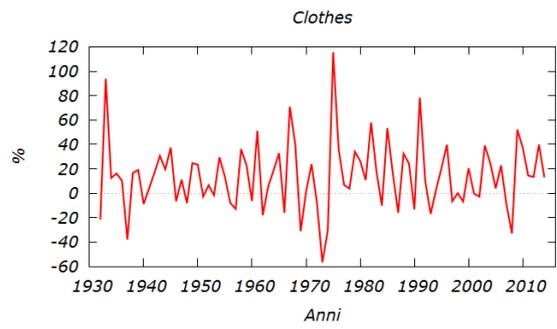
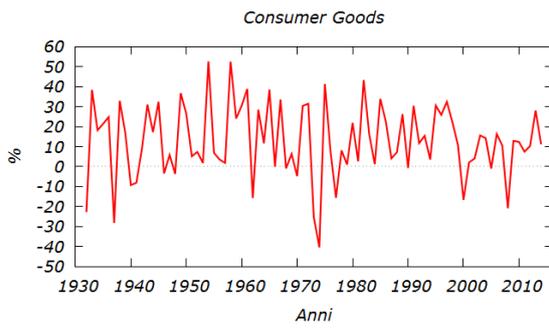
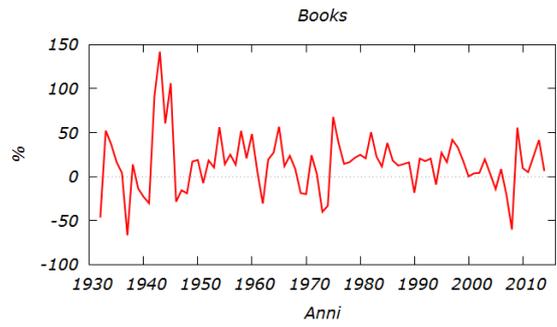
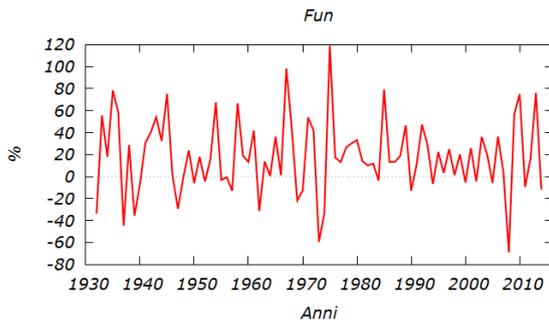
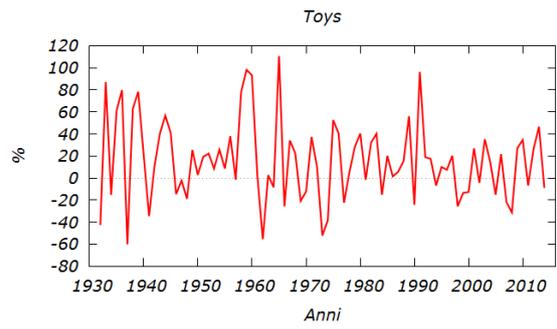
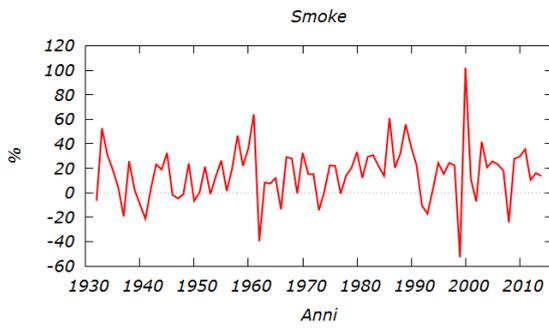
Dettagli voci: **1** [Food Products], **2** [Beer & Liquor], **3** [Tobacco Products], **4** [Recreation], **5** [Printing and Publishing], **6** [Consumer Goods], **7** [Apparel], **8** [Healthcare, Medical Equipment, Pharmaceutical Products], **9** [Chemicals], **10** [Textiles], **11** [Construction and Construction Materials], **12** [Steel Works Etc], **13** [Fabricated Products and Machinery], **14** [Electrical Equipment], **15** [Automobiles and Trucks], **16** [Aircraft, ships, and railroad equipment], **17** [Precious Metals, Non-Metallic, and Industrial Metal Mining], **18** [Coal], **19** [Petroleum and Natural Gas], **20** [Utilities], **21** [Communication], **22** [Personal and Business Services], **23** [Business Equipment], **24** [Business Supplies and Shipping Containers], **25** [Transportation], **26** [Wholesale], **27** [Retail], **28** [Restaurants, Hotels, Motels], **29** [Banking, Insurance, Real Estate, Trading], **30** [Everything Else]

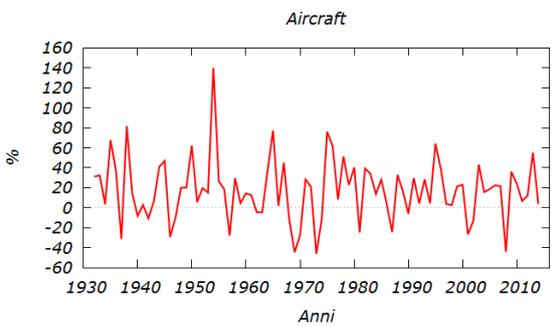
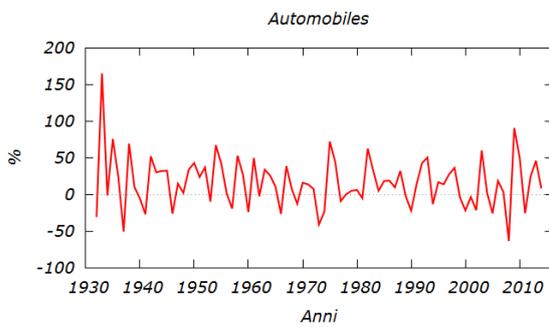
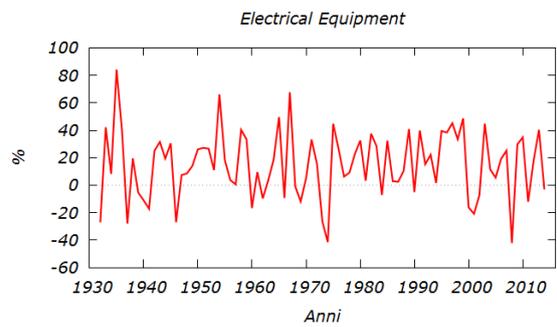
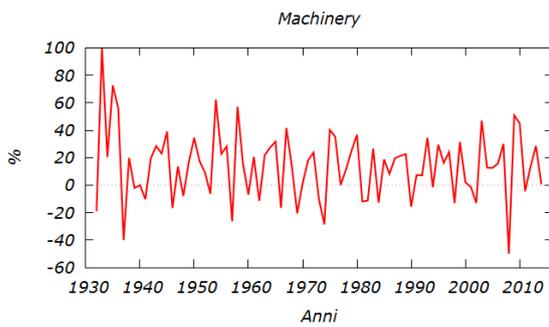
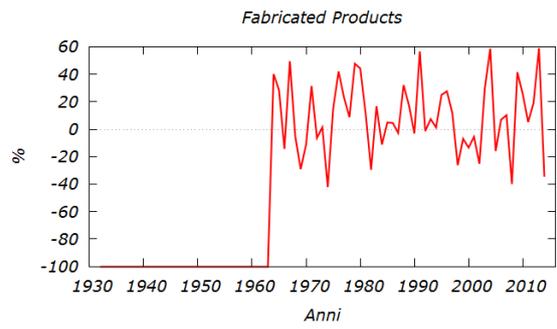
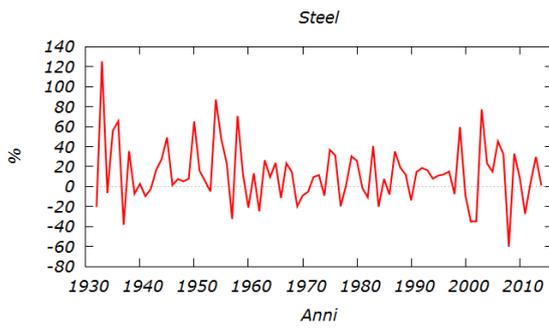
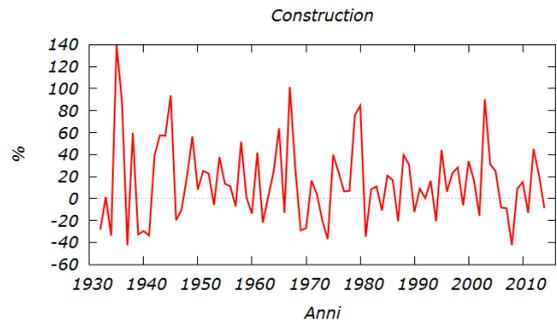
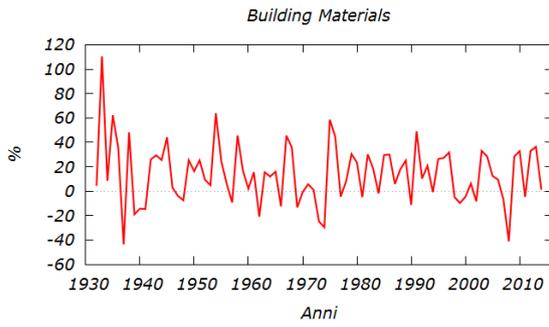
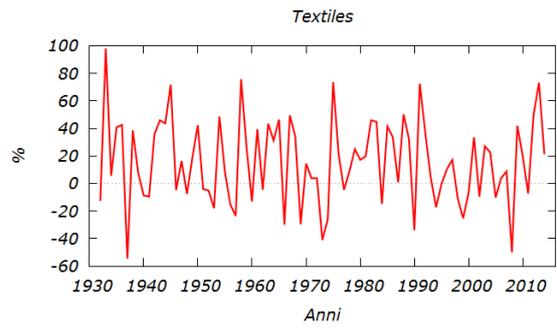
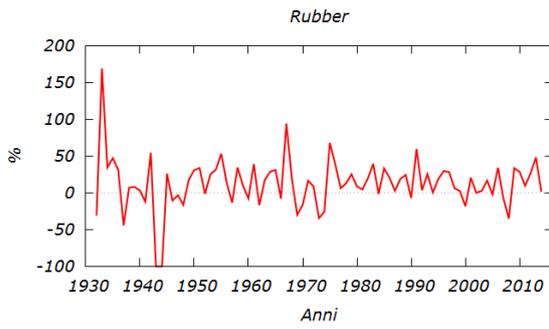
Appendice C

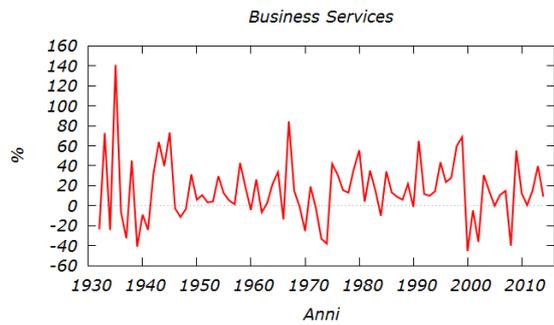
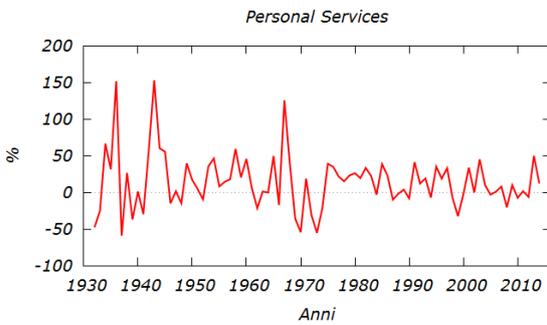
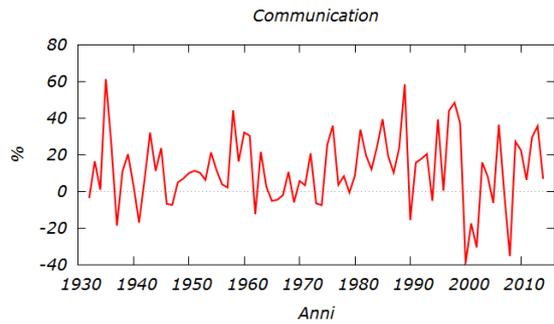
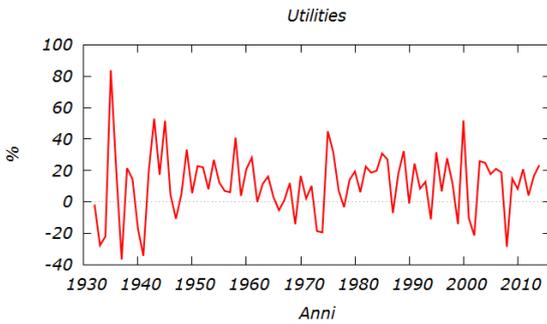
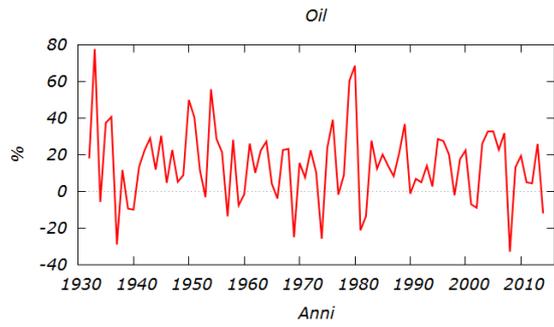
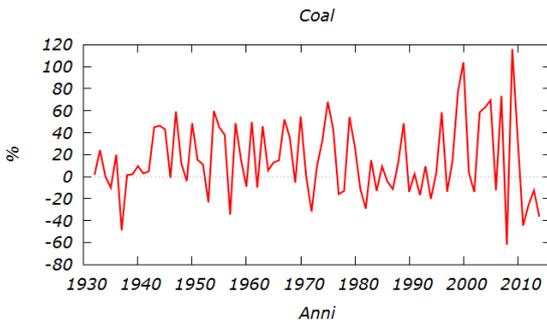
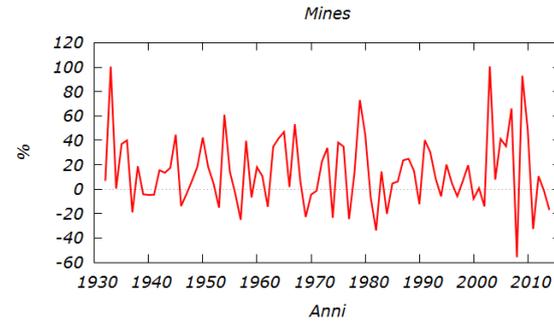
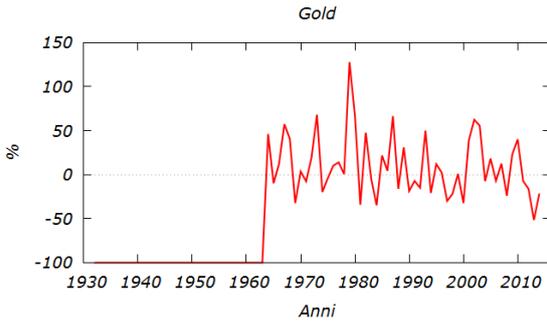
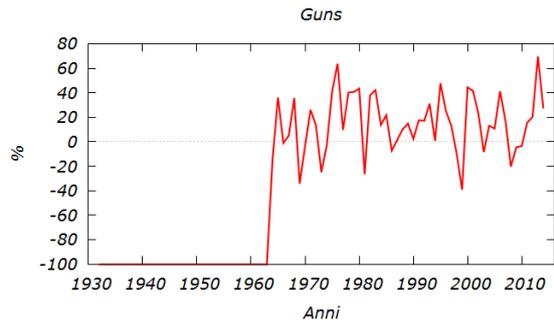
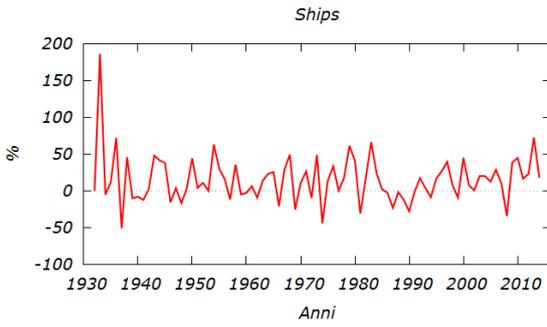
Serie storiche 48 industry portfolio

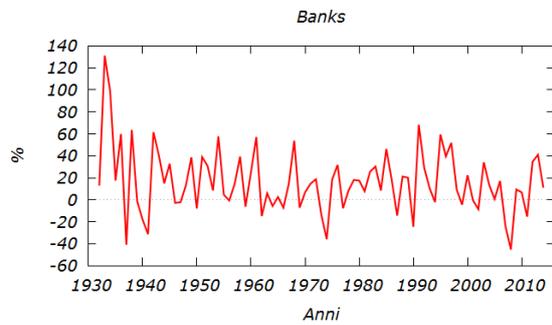
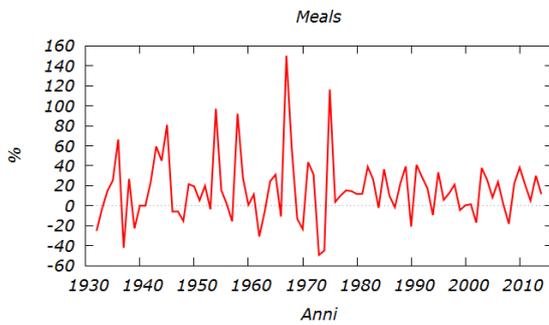
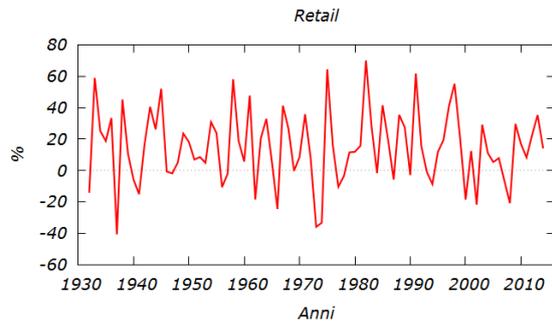
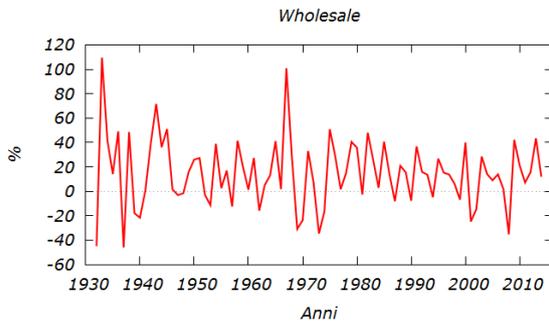
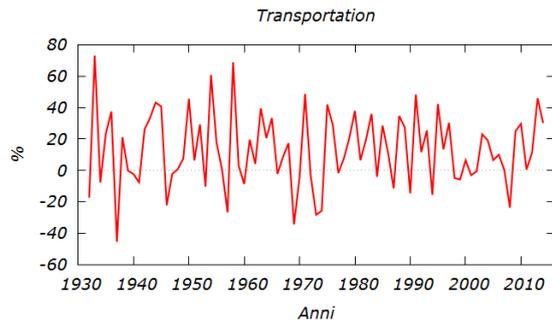
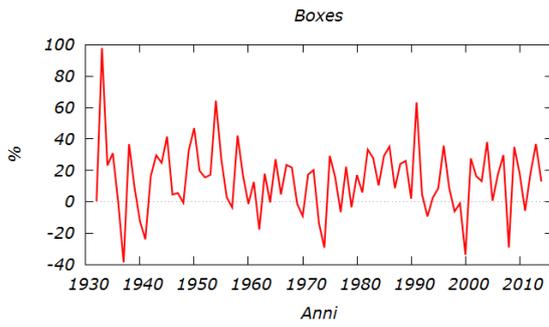
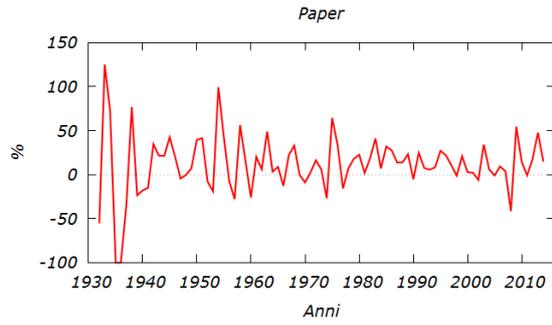
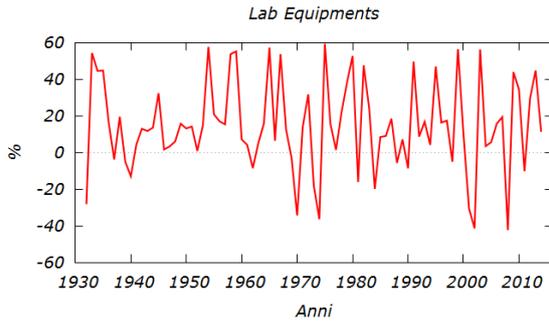
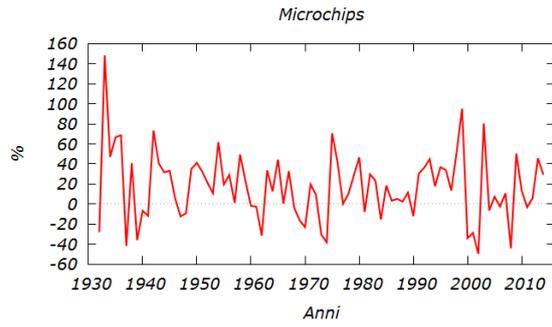
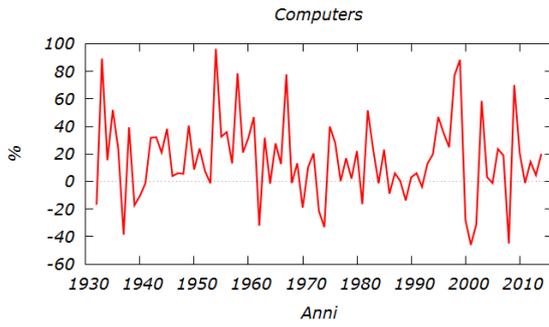
I grafici di "Soda", "Healthcare", "Rubber", "Fabricated Products", "Guns", "Gold" e "Paper" mostrano dei valori pari a -100%. Tali valori non sono stati computati in sede di analisi empirica in quanto non veritieri. Infatti, in caso di valore mancante il dataset pone valore -99,99.

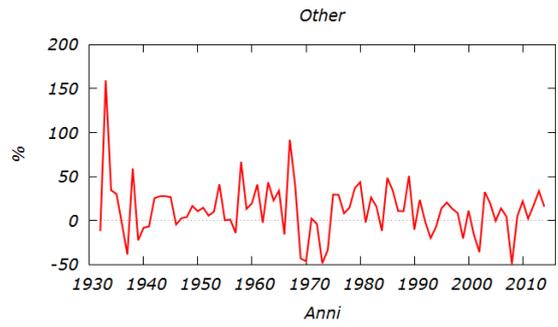
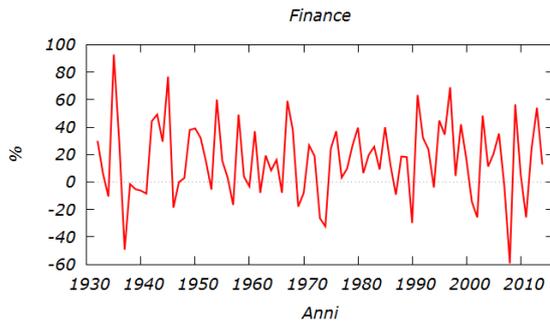
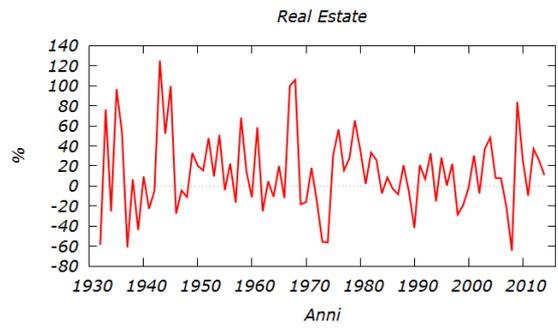
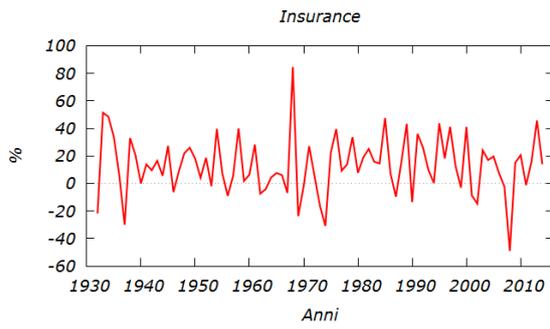












Appendice D

Analisi dei residui

Sono stati svolti i test per verificare: la distribuzione normale, l'assenza di eteroschedasticità e l'assenza di autocorrelazione. Sono stati utilizzati rispettivamente il Test per la normalità dei residui, il Test di White e il Test Ljung-Box. Si è deciso di eseguire l'analisi dei residui nei settori dove è stata riscontrata la significatività statistica della variabile climatica e in tutti i casi le tre proprietà sopracitate sono state soddisfatte.