



**Politecnico  
di Torino**

***Politecnico di Torino***

***Facoltà di Ingegneria Gestionale***

***Specializzazione Finanza***

***Tesi di Laurea Magistrale***

**Rischi sulle commodities: diverse crisi a  
confronto**

Relatrice: **Laura Rondi**

Candidato: **Giacomo Rossini**

Co-relatore: **Franco Varetto**

***Anno Accademico 2021-2022***

## SOMMARIO

Lo scopo di questo elaborato è quello di applicare sperimentalmente alcuni degli strumenti quantitativi utili per l'analisi del rischio di mercato, utilizzandoli per studiare le oscillazioni dei prezzi avvenute dagli inizi degli anni 2000 ad oggi. In particolare si vuole focalizzare l'attenzione sugli intervalli temporali a ridosso delle crisi finanziarie avvenute nell'ultimo periodo come la crisi legata allo scoppio della bolla immobiliare nel 2008 per poi passare alla crisi sanitaria del Covid-19 e quella geopolitica connessa all'inizio della guerra in Ucraina e su tutti gli effetti ad esse connessi osservabili sui mercati.

A tal proposito si è scelto di individuare le materie prime come assets più adeguati per svolgere gli studi, visto l'influenza che questi avvenimenti hanno avuto sul loro mercato a livello mondiale.

Per compiere un'analisi quanto più completa possibile, sono quindi state ricavate le quotazioni giornaliere di cinque commodities appartenenti a diversi ambiti ovvero **caffè, rame, petrolio, gas naturale e argento** e si è andato a studiare il loro VaR (Value at Risk), strumento utile per esprimere quantitativamente il rischio. Per una comprensione efficace degli argomenti trattati, si è ritenuto opportuno fornire nel primo capitolo una descrizione del mercato delle materie prime contenente la sua storia, le caratteristiche principali, una panoramica sui prodotti finanziari ad esso legato ed un approfondimento sulle commodities individuate.

Si è quindi passati nel secondo capitolo, a riporre l'attenzione sulle crisi più importanti dell'ultimo ventennio, focalizzandosi in particolare sulle loro conseguenze nell'ambito economico-finanziario.

La terza parte invece presenta le teorie di economia finanziaria che sono alla base degli studi svolti, introducendo il concetto di efficienza del mercato che sarà poi dimostrato numericamente per le materie prime oggetto delle analisi attraverso strumenti di regressione.

La parte conclusiva, forte delle ipotesi precedentemente dimostrate, si concentra sul concetto di rischio di mercato e sulla presentazione dei risultati ottenuti dall'applicazione degli strumenti quantitativi utilizzati per analizzare le materie prime scelte nei periodi interessati. In seguito a questo, viene effettuata la verifica della congruità del modello utilizzato tramite backtesting.

# Indice

## **1. Commodities**

### **1.1 Storia del mercato delle materie prime**

### **1.2 Definizione, classificazione e utilizzo**

### **1.3 Presentazione delle commodities analizzate**

#### **1.3.1 Caffè**

1.3.1.1 Storia e caratteristiche

1.3.1.2 Economics

1.3.1.3 Quotazioni

#### **1.3.2 Rame**

1.3.2.1 Storia e caratteristiche

1.3.2.2 Economics

1.3.2.3 Quotazioni

#### **1.3.3 Petrolio Brent**

1.3.3.1 Storia e caratteristiche

1.3.3.2 Economics

1.3.3.3 Quotazioni

#### **1.3.4 Gas Naturale**

1.3.4.1 Storia e caratteristiche

1.3.4.2 Economics

1.3.4.3 Quotazioni

#### **1.3.5 Argento**

1.3.5.1 Storia e caratteristiche

1.3.5.2 Economics

1.3.5.3 Quotazioni

## **2. Le crisi dal 2000 ad oggi**

### **2.1 2008-Grande recessione**

#### **2.1.1 Origini e cause**

#### **2.1.2 Scoppio della bolla e conseguenze**

### **2.2 2020-Crisi sanitaria Covid-19**

#### **2.2.1 Cronistoria**

#### **2.2.2 Conseguenze economiche**

#### **2.2.3 Effetti sulle materie prime**

##### **2.2.3.1 Rame, petrolio e gas**

##### **2.2.3.2 Caffè e materie prime agricole**

##### **2.2.3.3 Argento e metalli preziosi**

### **2.3 2022-Guerra in Ucraina**

#### **2.3.1 Antefatti**

#### **2.3.2 Effetti economici**

## **3. Teorie di economia finanziaria**

### **3.1 Efficienza nei mercati finanziari**

### **3.2 Efficienza informativa e formazione dei prezzi**

### **3.3 Analisi dell'efficienza nel mercato delle commodities**

### **3.4 Dal prezzo future al prezzo spot**

## **4. Rischi finanziari**

### **4.1 Rischio di mercato: Value At Risk (VaR)**

### **4.2 Modelli di misurazione del VaR: l'approccio parametrico**

### **4.3 Presentazione dei risultati sulle commodities**

### **4.4 Verifica e limiti del modello: backtesting**

# **1 Commodities**

L'intero elaborato si concentra sui mercati finanziari, attenzionando in particolar modo ciò che riguarda l'andamento delle materie prime. Con questo presupposto, nel primo capitolo si intende fornire una panoramica dal punto di vista storico di come si è passati dal baratto, (prima forma elementare di commercio), alle Borse come le conosciamo oggi e che costituiscono la fonte informativa dei dati che sono oggetto dell'analisi svolta in questa sede.

Si è ritenuto opportuno poi dare una descrizione di cosa si intende oggi per commodities, come queste possono essere classificate, quali caratteristiche essenziali hanno e qual è il loro utilizzo applicato all'ambito finanziario.

## **1.1 Storia del mercato delle materie prime**

Oggi esistono numerosi mercati internazionali dove ogni giorno sono scambiati strumenti finanziari collegati alle materie prime come forward, futures e opzioni, per un valore di miliardi di dollari, ma in realtà il mercato delle materie prime ha origini antichissime.

Gli storici, infatti, hanno trovato testimonianze che dimostrano come il commercio di beni era già presente nel 4000 a.C. quando la civiltà dei Sumeri utilizzava scambiare capre e maiali in cambio di gettoni d'argilla: attraverso incisioni su queste tavolette, venivano definite le quantità dei beni da commerciare e la data dello scambio. [1]

Tale sistema migliorò nel tempo, fino al VI secolo a.C. con la nascita della moneta che la leggenda attribuisce a Creso, re di Lidia ma che venne ben presto utilizzata da Greci e Persiani in quanto tramite questa era possibile lo scambio senza baratto. [2]

In tale contesto assunse un ruolo sempre più rilevante l'utilizzo dell'oro come merce di scambio grazie ad alcune caratteristiche fondamentali che lo

hanno portato a rivestire un ruolo di primaria importanza anche nei nostri giorni. [3]

Questo, infatti, come anche l'argento che sarà materia di interesse di capitoli successivi, è caratterizzato da:

- Frazionabilità
- Trasportabilità
- Misurabilità
- Malleabilità (ad alte temperature facilmente coniabile in monete)
- Resistenza
- Rarità

Quest'ultimo aspetto, che ha come conseguenza quello di dotare l'oro di un'offerta limitata, un po' per i processi complessi di estrazione e un po' per la scarsità con cui è presente in natura, hanno portato il metallo giallo a diventare un bene rifugio.

Fonte [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com) [4]: Un bene rifugio è un bene che ha un valore intrinseco, "reale", che tende a non perdere valore a seguito di un incremento del livello generale dei prezzi. Come dice il nome stesso, un investimento in un bene rifugio non ha scopo speculativo, bensì di protezione da un periodo di crisi economica (e finanziaria) o da un periodo di forte instabilità dei prezzi; sarà quindi caratterizzato da rendimenti reali prossimi alla parità.

Inoltre, fattore ancora più importante, così come le prime monete del mondo erano ancorate all'oro, questo ha rappresentato la base del sistema monetario fino ai nostri giorni, con le potenze mondiali che hanno sostenuto le proprie valute per anni attraverso le riserve del metallo giallo. I mercati delle materie prime crebbero particolarmente nell'Europa Medioevale quando la popolazione poteva "acquistare" e "vendere" beni per mezzo di monete d'oro, sicura del fatto che queste sarebbero state accettate in uno scambio successivo. [5]

Si arrivò così al 1602, anno in cui il mercato di Amsterdam, dove venivano scambiate merci di diverso tipo, si sviluppò così tanto da diventare la **prima**

**Borsa al mondo**, tutt'ora esistente e rinominata nel 2000 "Euronext Amsterdam".

Questa nacque insieme alla Compagnia Olandese delle Indie Orientali, prima società per azioni della storia, che aveva l'esigenza di ottenere finanziamenti per il trasporto delle merci dall'Estremo Oriente.

Per evitare di accettare l'intero rischio legato al comprare navi cariche di beni, che spesso non giungevano a destinazione a causa di atti di pirateria, attraverso la Borsa, era possibile acquistare parti percentuali di più spedizioni, fornendo così uno dei primi esempi di diversificazione del rischio. L'inizio delle negoziazioni quotidiane veniva sancito dall'utilizzo di una campana e nel giro di poco tempo il numero di partecipanti alle sedute crebbe rapidamente portando con sé l'esigenza di un apparato regolamentativo definito.

Questo permise la nascita di contratti future, ovvero di strumenti che permettevano di acquistare un bene in un tempo futuro, ma con un prezzo fissato precedentemente.

D'altro lato, la poca esperienza legata all'utilizzo di questi nuovi strumenti portò nel 1634 al primo scoppio di una bolla finanziaria connessa al prezzo dei tulipani.

In quel periodo la domanda per questo fiore, ai tempi molto raro, era di molto superiore all'offerta, considerato anche il loro ciclo produttivo abbastanza lungo.

Si iniziò così ad acquistare i tulipani ancor prima che questi venissero raccolti e il prezzo aumentò tantissimo, creando l'opportunità per molti investitori di svolgere operazioni di speculazione, comprando il bene per poi rivenderlo a prezzi più alti nel breve periodo.

Tale processo andò avanti fino a quando i prezzi dei tulipani divennero troppo alti e quindi nessuno era più disposto a comprarli. Iniziò così una massiccia vendita dei contratti legati al fiore, dovuta al timore di ulteriori ribassi del bene che a loro volta generarono un ulteriore crollo del prezzo (questo fenomeno è identificato come **panic selling**), portando

coloro che avevano acquistato i futures (e che quindi si erano impegnati ad acquistare il bene ad un prezzo precedentemente stabilito), a pagarli cifre estremamente alte rispetto alla quotazione in cui avveniva effettivamente la transazione, portando così alcuni investitori a subire perdite esorbitanti. [6]

[7]

Il commercio delle materie prime si espanse successivamente anche in America nel 1848, con la nascita del Chicago Board of Trade (CBOT, attualmente incorporato nel Chicago Mercantile Exchange o CME Group) spinta dall'esigenza di sopperire ad un'oscillazione eccessiva dei prezzi dei cereali legati alla stagionalità.

Essi raggiungevano quotazioni massime nei mesi invernali, mentre in quelli estivi scendevano così tanto da non coprire i costi di trasporto, tant'è che spesso i produttori sceglievano di bruciare parte del raccolto. Per regolarizzare tale fenomeno, si ritenne opportuno definire in anticipo il valore del bene attraverso contratti Forward, i quali però non riuscirono a risolvere tale problematica in quanto spesso le clausole non venivano rispettate.

Furono quindi adottati i Futures, introducendo così anche nel CBOT l'obbligo da parte di colui che era short sul contratto, di fornire la quantità di cereali stabilita (anche se in quel momento spesso non la possedeva), e da parte del compratore di pagare quanto stabilito in precedenza.

Nel giro di pochi anni vennero poi introdotte le opzioni, strumenti finanziari che davano la possibilità (e quindi non l'obbligo!), di acquistare un bene in un momento futuro, ma ad un determinato prezzo fissato al momento del contratto.

Gli strumenti qui elencati, sono tutt'ora quelli che dominano la scena su tutti i mercati del mondo. [8]

Per terminare l'exkursus storico sul mercato delle commodities, è necessario evidenziare come nel 1934, per la prima volta nella storia, fu utilizzato un indice dei prezzi delle materie prime negli Stati Uniti per monitorare l'andamento del valore di 22 beni scelti in maniera oculata, mentre nel 1990 venne introdotto sul mercato il Commodity Index Fund, fondo che

replicando l'andamento di un indice sulle commodities, permise a qualsiasi investitore di approcciarsi con nuovi modi a questo mercato. Tutt'ora questi indici rivestono un ruolo rilevante per comprendere l'andamento dell'economia globale. Quelli più utilizzati sono:

- Jefferies CRB index: formato da 19 commodities ma sui cui pesa particolarmente l'andamento di quelle agricole (40%) e del petrolio (33%), mentre solo in maniera residuale gas, oro, argento e materie industriali.
- Goldman Sachs Commodity index o GSCI: quotato sul Chicago Mercantile Exchange (CME), strutturato per circa il 60% da beni collegati al settore energetico e per il 20% da quelli collegati al settore agricolo; il residuo è formato da metalli industriali e preziosi.
- Roger International Commodity Index o RICCI: formato per il 40% da materie prime energetiche, 17% da metalli industriali e 11% metalli preziosi.
- Bloomberg Commodity: su cui pesa per il 31% commodities dell'energia e dell'agricoltura, 17% di quelle industriali e 15% dei metalli preziosi. [9]

Si fornisce infine un elenco dei mercati più importanti al mondo che ad oggi permettono la negoziazione dei derivati finanziari collegati alle commodities, specificando quali sono i settori più interessati:

[10] fonte: <https://www.drogbaster.it/storia-commercio-materie-prime/>

- *Chicago Mercantile Exchange (CME)*: energia, metalli preziosi, metalli industriali, bestiame e attività finanziarie;
- *Chicago Board of Trade (CBOT)*: agricoltura e allevamento;
- ***New York Mercantile Exchange (NYMEX)*: energia e metalli;**
- *New York Board of Trade (NYBOY)*: agricoltura;
- *BM & F Bovespa (compresa la borsa brasiliana Mercantile e Futures Exchange)*: agricoltura e finanza;
- *London Metal Exchange (LME)*: metalli industriali;
- *Borsa australiana (ASE)*: energia, ambiente, finanza, agricoltura;
- *NYSE Euronext (ASE)*: energia, ambiente, finanza e agricoltura (con sede in Francia);

- *Tokyo Commodities Exchange (TOCOM)*: energia, metalli preziosi, metalli industriali e gomma;
- *Korea Exchange (KRS)*: finanziari e metalli preziosi.

## 1.2 Definizione, classificazione e utilizzo

Prima di addentrarsi sui vari ragionamenti quantitativi che troveranno spazio più avanti, è opportuno soffermarsi sul concetto di commodity. L'etimologia della parola *commodité* ha origini francesi risalenti al XV secolo quando stava a significare una "convenienza" o "qualcosa ottenibile comodamente".

Oggi questo termine è utilizzato per descrivere "ogni tipo di merce o materia prima tangibile e fruibile sul mercato, facilmente immagazzinabile e conservabile nel tempo" (definizione vocabolario Treccani). Si tratta di un'espressione che include tutti quei beni che, se rispettano

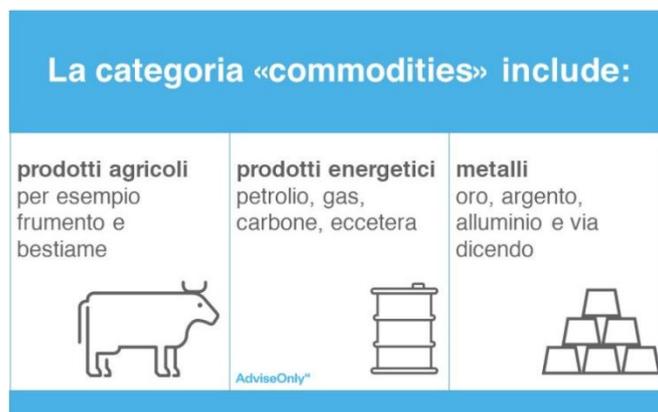


Figura 1. Fonte immagine: <https://www.adviseonly.com/capire-la-finanza/abc-finanza/investire-in-commodity-pro-e-contro/> [11]

determinati criteri iniziali selettivi, diventano indifferenti dal punto di vista qualitativo agli occhi dell'acquirente e quindi possono avere la stessa quotazione in borsa. In altre parole, una volta determinata la qualità della materia prima, questa potrà essere scambiata in maniera agevole, senza necessità da parte dell'acquirente di recarsi fisicamente sul posto per

valutare il bene: un sacco con un kg di caffè, qualità medio-buona, è indistinguibile da un altro sacco di caffè e quindi, essendo interscambiabili, questi avranno lo stesso prezzo.

Le commodity si suddividono in due macrocategorie principali:

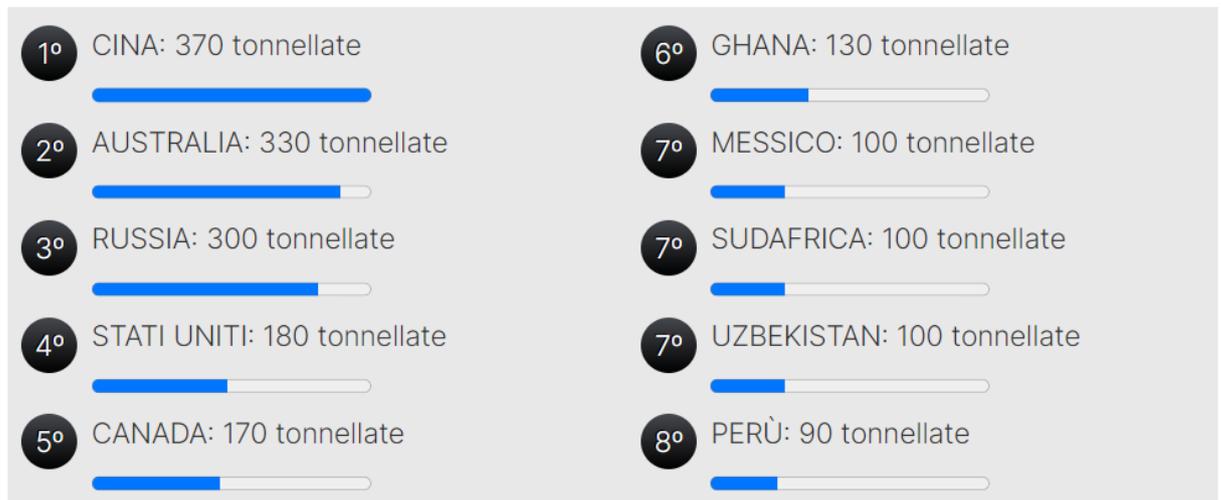
- Categoria **soft**: questa include tutti i beni che derivano *dall'allevamento e dall'agricoltura* come ad esempio zucchero, mais, riso, cotone, caffè, soia, carne di bovino, carne di maiale e pancetta.

Tabella 1 Produzioni delle 20 più importanti commodities mondiali e primi 3 paesi produttori nel 2012 (Fonte: FAOSTAT).

Commodity	Produzione, 2012 (milioni di t)	Primi tre paesi produttori (2012)		
Zucchero di canna	1 842	Brasile	India	Cina
Mais	873	USA	Cina	Brasile
Riso, risone	738	Cina	India	Indonesia
Frumento	671	Cina	India	USA
Latte vaccino	626	USA	India	Cina

- Categoria **hard**: comprende i *metalli* legati al settore industriale tra cui zinco, acciaio, stagno, alluminio e rame, *i metalli preziosi* come oro (approfondimento in figura qui sotto), argento, palladio e platino, *e i beni legati al settore energetico* che includono benzina, gas naturale, petrolio, etanolo, nafta ed energia elettrica. [12]

## Classifica dei primi 10 paesi produttori di oro



A qualsiasi tipo di commodity si faccia riferimento, la loro negoziazione può avvenire in diverse modalità.

La più semplice è sicuramente quella in cui la merce viene venduta/comprata al prezzo spot (o prezzo corrente) e consegnata all'acquirente immediatamente.

Come accennato in precedenza, gli scambi collegati alle materie prime oramai non avvengono più solo quando la domanda dei consumatori e l'offerta dei produttori si incontrano, ma sono nati diversi strumenti finanziari il cui valore deriva dalle quotazioni delle commodities e che hanno molteplici scopi.

Per comprendere meglio questo concetto, si può pensare ad uno dei mercati che attualmente è tra i più complessi e vulnerabile a fattori esterni: il trasporto aereo.

Affinché una compagnia aerea riesca a raggiungere l'obiettivo ultimo di fare profitto, è necessario che i ricavi superino i costi e quindi che il prezzo dei biglietti venduti riesca a coprire tutte le spese connesse all'effettuazione dei singoli viaggi che ogni aeromobile compie.

Senza approfondire ulteriormente gli elementi del conto economico di una compagnia aerea, è facilmente intuibile che una buona parte dei costi sostenuti è soggetta a una grande variabilità a causa delle oscillazioni del prezzo del petrolio, che, come la maggior parte delle commodities, è caratterizzata da notevole volatilità (si rimanda a capitoli successivi l'analisi approfondita di questo aspetto).

Diventa così di assoluta importanza l'introduzione di prodotti come i futures sul petrolio, che forniscono la possibilità alle aziende di acquistare carburante in grande quantità ad un prezzo prefissato, evitando di addossarsi l'intero rischio di un eventuale aumento delle quotazioni (rischio di mercato).

È evidente quindi come attraverso l'uso di strumenti derivati, le negoziazioni legate alle commodities, siano diventate un abile mezzo per ***il risk management***.

Discorso analogo vale per i produttori di beni agricoli, il cui obiettivo è quello di riuscire a vendere le merci ad un prezzo preventivamente fissato e che assicurino un profitto positivo, ed è perseguibile attraverso i derivati.

Il mercato delle commodities, infine, negli ultimi anni ha catturato l'interesse di numerosi investitori che sono arrivati con l'obiettivo di dare luogo a ***speculazione***.

Come vedremo, questo aspetto ha portato ad incrementare ulteriormente l'instabilità dei prezzi, dato che domanda e offerta hanno seguito andamenti oscillatori svincolati da cause primarie previste dal mercato (come, per esempio, crisi o agenti atmosferici avversi).

Viene presentato di seguito, per completare questa introduzione, un elenco con le definizioni puntuali di una serie di derivati che hanno come asset sottostante le diverse commodities. [13]

- ***Commodity backed-bonds***: sono il risultato di un processo di cartolarizzazione, ovvero di una tecnica finanziaria che permette di trasferire

asset illiquidi in liquidi e negoziabili. Come risultato finale si hanno, in questo caso, obbligazioni le cui cedole vengono pagate in base all'andamento delle quotazioni delle materie prime, definite in fase di contratto.

- Commodity futures: contratti attraverso cui ci si impegna a scambiare una determinata quantità di un bene, in un tempo futuro fissato, in cambio di un prezzo prestabilito. Di norma questo strumento non prevede l'effettivo scambio della merce, in quanto spesso viene "neutralizzato" mediante un contratto analogo ma con segno opposto.

I futures sono negoziati sui mercati regolamentati (borse) e quindi si tratta di prodotti standardizzati.

Per acquistare (o avere una posizione lunga su) un contratto future, il broker (intermediario che si accerta che le transazioni si svolgano correttamente), richiede all'investitore un *initial margin*, ovvero un acconto iniziale come garanzia dell'impegno, che sarà versato su un *margin account* o conto deposito. Il conto deposito subirà variazioni quotidiane in base all'andamento del mercato: se il valore del future aumenta, l'investitore che ha la posizione corta dovrà versare sul conto deposito il delta che si è creato il quale sarà prelevabile dalla controparte in ogni momento.

Al contrario se il prezzo del future scende, è colui che è lungo sul contratto che subirà una perdita, in quanto il delta generato sarà riportato a zero abbassando il saldo del conto deposito. Tale processo può continuare fino alla scadenza, con il vincolo che il conto deposito non scenda sotto un livello "di sicurezza" definito come *maintenance margin*, eventualità in cui dovrebbe essere obbligatoriamente risanato dall'acquirente del future, pena la liquidazione del contratto.

Si supponga ad esempio che un investitore sia lungo su un contratto future con scadenza 6 mesi, scritto su una tonnellata di caffè con prezzo a termine 450 €, initial margin e maintenance margin rispettivamente pari a 4,50€ e 2,50€.

Se dopo un giorno il prezzo del future è di 455 €, c'è un profitto per l'investitore di  $5€ = 455 - 450$  che sarà depositato (e prelevabile in qualsiasi momento) sul conto che arriverà ad un saldo di  $9,50€ = 4,50 + 5$ .

Viceversa se la quotazione del contratto è di 449€ il possessore del future avrà una perdita di  $1€ = 450 - 449$  riscontrabile sul conto deposito che si ridurrà a  $3,50€ = 4,50 - 1$ .

Qualora il prezzo del future invece arrivasse a 447,50€ il conto deposito diminuirebbe fino ad arrivare a  $2€ = 4,50 - (450 - 447,50)$  e quindi al di sotto della soglia minima di 2,5€ dovendo essere prontamente rifinanziato dalle tasche dell'investitore.

Questo meccanismo fa sì che il valore del future viene ogni giorno azzerato, come se il contratto venisse liquidato e riscritto al nuovo prezzo futures.

- Commodity forwards: hanno le stesse caratteristiche dei futures, ma con la differenza fondamentale che vengono scambiati nell' OTC (over the counter), ovvero su mercati decentralizzati, senza terzo soggetto che faccia da garante, esponendo così i partecipanti al rischio di insolvenza della controparte. Di contro i forwards hanno il vantaggio di poter raggiungere maggiori livelli di personalizzazione andando meglio incontro alle esigenze degli acquirenti. Tale fenomeno si identifica come valutazione mark-to-market.
- Commodity swaps: è un contratto per mezzo di cui due controparti si impegnano a pagamenti periodici reciproci definiti, in base ad una percentuale del capitale iniziale definito come *nozionale*. Nello specifico, ogni periodo (ad esempio ogni mese), un investitore paga una quota fissa stabilita all'inizio del contratto e riceve una quota variabile, che nel caso delle commodities, è definita in base all'andamento delle quotazioni di quest'ultime.

Questo strumento può essere molto utile per un produttore di petrolio che

vuole coprirsi dal rischio di abbassamento dei prezzi. Ad esempio, potrebbe acquistare un commodity swap che paghi mensilmente il differenziale tra un prezzo fisso stabilito inizialmente (consideriamo 30\$/barile) e la quotazione media del petrolio sul NYMEX. In questo modo il produttore di petrolio, se il prezzo di questo scendesse vertiginosamente, avrebbe modo di neutralizzare gli effetti negativi attraverso l'incasso proveniente dallo swap. Al contrario, se il prezzo salisse oltre i 30\$/barile, sarebbe lui a dover pagare il delta alla controparte dello swap. [14]

- Commodity options: strumenti finanziari che permettono ad un investitore di fissare il prezzo futuro a cui comprare o vendere un bene in cambio di un premio. Al contrario dei forwards e dei futures, questi contratti prevedono che la parte che acquista una posizione lunga sull'opzione, non sia obbligata, ma abbia la facoltà di decidere se effettuare oppure no lo scambio al momento della scadenza. L'opzione che fornisce la facoltà di decidere se acquistare oppure no un bene ad un determinato prezzo è definita *call*, quella che dà la possibilità di vendere è definita *put*. [15]

Come evidenziato quindi, esistono diversi strumenti finanziari collegati alle materie prime, ma in questo elaborato ci si concentra solo sulle quotazioni dei futures che saranno il punto di partenza per svolgere tutte le analisi presenti nei capitoli successivi.

### **1.3 Presentazioni commodities analizzate**

In questo capitolo si intende fornire una descrizione delle commodities scelte per svolgere lo studio sulla quantificazione del rischio in relazione alle crisi geopolitiche.

Per effettuare un'analisi più completa possibile, si è deciso di estrarre le

commodity in maniera omogenea dalle diverse macro categorie e quindi sono state identificate rispettivamente: [16-17-18-19]

- il caffè dai "*beni agricoli*"
- il rame dalla categoria dei "*metalli*"
- il petrolio Brent dalle commodities collegate al "*settore energetico*"
- il gas naturale sempre del "*settore energetico*"
- l'argento dai "*metalli preziosi*"

### **1.3.1 Caffè**

L'analisi presente in questo elaborato si concentra in primo luogo sul caffè che, oltre a rappresentare una delle materie prime più scambiate a livello mondiale, risulta essere la terza bevanda più consumata in assoluto dopo l'acqua e il tè, tant'è che secondo un sondaggio del National Coffee Association, circa l'85% delle persone adulte hanno dichiarato di farne uso [20].

Il suo utilizzo inoltre è molto frequente nella produzione di altre bevande (come, ad esempio, la coca-cola) e di prodotti dell'industria farmaceutica, grazie al processo di estrazione della caffeina contenuta al suo interno.

#### **1.3.1.1 Storia e caratteristiche**

Le origini del caffè sono molto antiche e risalgono circa al 900, periodo a cui appartengono ritrovamenti di alcune scritture che fanno riferimento ad una bevanda utilizzata inizialmente come medicinale e il cui effetto di acceleratore metabolico fu scoperto, secondo una leggenda, da un pastore in Etiopia che notò atteggiamenti di iperattività dei suoi animali in seguito al consumo di un particolare frutto.

Da lì il consumo di tale bevanda si diffuse rapidamente dapprima in Egitto, in Arabia e nello Yemen (dove viene fatta risalire la prima vera e propria piantagione), quindi intorno al 1600 approdò in Europa attraverso le navi di

commercio veneziane e diventò pian piano sempre più di uso comune per tutta la popolazione europea. [21]

Il caffè, che nel suo aspetto finale può essere presentato in diverse forme (espresso, americano ecc...), in realtà fonda le proprie origini fondamentalmente in due diverse tipologie: il *Coffea Arabica* e il *Coffea Canephora*, il cui nome più diffuso è *Caffè Robusta*.

Il primo è considerato come la forma più pregiata tra le due, ed è caratterizzato da: [22-23]

- chicchi di forma allungata
- una percentuale di caffeina che oscilla tra il 0,8% e l'1,5%
- sapore più dolce
- necessità di un clima ben definito ovvero di temperature non superiori ai 20° e piogge frequenti
- processi di lavorazioni ad hoc e delicati e quindi prezzi generalmente più alti
- coltivazioni presenti in Africa Orientale, America del Sud e centrale

Al contrario, per quanto riguarda la Robusta si hanno:

- chicchi di forma tondeggianti
- una percentuale di caffeina maggiore che va tra 1,7% 3,5%
- aroma più intenso
- adattabilità a condizioni atmosferiche e temperature differenti e quindi prezzi tendenzialmente più bassi
- coltivazioni soprattutto in Africa Occidentale e Asia

Attualmente il maggior produttore di caffè a livello mondiale è senza dubbio il **Brasile** con 2,5 milioni di tonnellate annue, relative principalmente a *caffè Arabica*. A seguire ci sono: il **Vietnam** con 1,65 milioni di tonnellate, la **Colombia** che è storicamente famosa per il caffè, ma le cui condizioni atmosferiche nell'ultimo ventennio hanno causato diverse problematiche alle piantagioni, stabilizzando la quantità prodotta sulle 810.000 tonnellate,

**l'Indonesia** che produce principalmente *Robusta* e che arriva 660.000 tonnellate e infine **l'Etiopia**, patria del caffè come già spiegato, con 384.000 tonnellate.

La top-ten si conclude con: Honduras, India, Uganda, Messico e Guatemala (vedi tabella). [24]

Tonnellate annue (in migliaia) prodotte nel 2018		
<b>Brasile</b>		2.500
<b>Vietnam</b>		1.650
<b>Colombia</b>		810
<b>Indonesia</b>		660
<b>Etiopia</b>		384
<b>Honduras</b>		348
<b>India</b>		348
<b>Uganda</b>		288
<b>Messico</b>		234
<b>Guatemala</b>		204

Tali informazioni come vedremo, sono di primaria importanza per l'analisi delle quotazioni in borsa degli strumenti finanziari legati alla commodity.

### 1.3.1.2 Economics

Per comprendere meglio le considerazioni sui rischi di mercato legati alle quotazioni del caffè, occorre descrivere i fattori che vanno ad influenzare il suo prezzo e presentare la struttura dei dati da cui sono partito per svolgere le analisi.

Innanzitutto, come intuitivo, le quotazioni sui mercati del caffè dipendono fondamentalmente dalla domanda dei consumatori e dall'offerta dei paesi produttori: se la quantità domandata è in eccesso rispetto alla quantità offerta, il prezzo tenderà a salire, fino a che la situazione non giunge all'equilibrio e viceversa.

Inoltre, il prezzo del caffè, come molte altre materie prime legate al settore agricolo, è caratterizzato da alta volatilità, dato che la produzione di questi beni è **fortemente legata alle condizioni atmosferiche**. Infatti come già evidenziato, essendo coltivati in aree specifiche, eventi atmosferici eccezionali legati ai cambiamenti climatici, hanno come effetto quello di ridurre drasticamente la produzione e di conseguenza aumentare i prezzi. Esempi lampanti di ciò sono delle precipitazioni eccessivamente abbondanti e/o lunghi periodi siccità che potrebbero verificarsi nei paesi leader nella produzione (Brasile, Colombia ecc...), generando una forte diminuzione dell'offerta a livello mondiale, o un'annata estremamente redditizia che causerebbe invece un eccesso di quantità con conseguenti oscillazioni dei prezzi.

A tal proposito va sottolineato che storicamente la richiesta di caffè da parte dei consumatori di tutto il mondo, si è dimostrata molto più stabile rispetto alle tonnellate prodotte e che sia la domanda, che l'offerta, **hanno un'elasticità nel breve periodo molto bassa**.

Ciò comporta che per far variare la quantità richiesta/offerta è necessaria una grande variazione di prezzo (questo anche perché il processo di produzione di caffè è strutturato in cicli lunghi 5 anni e non vi possono essere adeguamenti a stretto giro).

[Elasticità: L'elasticità della domanda è il rapporto tra la variazione percentuale della quantità domandata e la variazione percentuale del prezzo del bene. L'elasticità dell'offerta è la misura della variazione dell'offerta al variare del prezzo del bene economico. L'elasticità può essere misurata tramite il rapporto tra la variazione della quantità di produzione del bene (offerta) e la relativa variazione del suo prezzo. In formule:  $\varepsilon = \frac{p}{q} * \frac{\partial Q}{\partial p}$ ]. Fonte [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

Altri due elementi fortemente legati al prezzo del caffè sono: il **costo della produzione** e il **costo del trasporto**.

Per quanto riguarda il primo spesso, è diretta conseguenza dello scenario geopolitico delle regioni in cui viene prodotto il caffè, e a tal proposito va riconosciuto come la maggior parte dei principali esportatori, sono spesso caratterizzati da periodi di instabilità politica, che ha come effetto finale quello di aumentare ulteriormente la volatilità dei prezzi. Per il trasporto invece, va sottolineato come questo aspetto sia alla base della correlazione che si trova tra le quotazioni del petrolio e quelle del caffè.

Infine un ultimo effetto determinante per la formazione del prezzo del caffè sui mercati, è rappresentato **dall'attività degli speculatori**, che sfruttando circostanze particolarmente favorevoli, mirano a fare profitti attraverso posizioni lunghe o corte sui futures, acquistando/vendendo una grande quantità di caffè e influenzando così la domanda in maniera rilevante. [25]

### 1.3.1.3 Quotazioni

Per svolgere le analisi sui rischi legati alla commodity del caffè, sono partito dall'analisi dei prezzi spot giornalieri del caffè Arabica, ricavati a partire dalle quotazioni dei futures a fine giornata sul New York International Commodity

Exchange (NY ICE) (consultabili sul sito [www.investing.com](http://www.investing.com)) utilizzando la formula:

$$P = F * e^{-i*T} \quad (1)$$

Tale relazione, che sarà utilizzata anche per le altre materie prime analizzate, risulta vera solo sotto determinate condizioni che saranno dimostrate in maniera approfondita nel capitolo 3 "Teorie di economia finanziaria".

Per comprendere meglio l'evoluzione dei dati nel tempo, è opportuno precisare che i dati dei futures da cui sono partito, rappresentano in *centesimi di dollaro il prezzo dei futures con scadenza a due mesi di una libbra di caffè Arabica*, ma per ogni contratto futures firmato, si è vincolati ad acquistare/consegnare (a seconda se si è lunghi o corti sul future), *37.500 libbre di caffè* dopo due mesi. Ad esempio la quotazione dei futures del 03/01/2000, che è il primo giorno dell'intervallo di tempo considerato, risultava essere 116,5 centesimi di dollaro per libbra cioè 1,165 dollari per libbra.

Ho ricavato così il prezzo spot pari a 1,1545 dollari attraverso la formula sopra indicata(1), inserendo  $i = 0,05405$  (tasso risk free annuale considerato pari alle quotazioni dei titoli di stato americani nella stessa data) e  $T = \frac{2}{12}$  (in quanto i futures hanno scadenza 2 mesi mentre il tasso risk free è annuale).

Si ha quindi che il prezzo spot del 03/01/2000 risulta essere pari a 1,1545 dollari per 453 grammi circa (1 libbra sono approssimativamente 0,453 kg).

Nel grafico qui sotto sono rappresentate le quotazioni giornaliere fino al 01/04/2022.



Già a colpo d'occhio è possibile notare le numerose oscillazioni della serie storica, che incontra il suo minimo assoluto il 04/12/2001 quando il prezzo arrivò a 41.379 centesimi di dollaro per libbra. Questo accadde a seguito di un aumento eccessivo della quantità prodotta a livello mondiale, avvenuto grazie all'introduzione di nuove tecnologie nei processi di lavorazione, mentre la domanda dei consumatori rimase pressochè costante.

Le quotazioni del caffè invece raggiunsero il loro massimo il 03/05/2011, quando il prezzo per libbra toccò i 304,885 centesimi di dollaro (3,04885 dollari) e vi fu una drastica diminuzione della produzione che interessò soprattutto il Brasile e un aumento del costo di produzione dovuto ad una crescita del prezzo dei fertilizzanti.

## **1.3.2 RAME**

La seconda materia prima oggetto di interesse dell'analisi del rischio di mercato risulta essere il Rame.

Definito anche come "oro rosso", rappresenta uno dei metalli più utilizzati a livello mondiale, trovando applicazione nei più svariati settori economici. Ciò è testimoniato da una ricerca pubblicata da un'organizzazione intergovernativa degli Stati produttori e consumatori di rame denominata ICSG (International Copper Study Group, o anche "Gruppo di studi internazionale sul Rame") dove è stato evidenziato che il principale ambito di utilizzo del rame è quello dell'impiantistica (31%), seguito da quello delle costruzioni (29%), quello delle infrastrutture (16%), dei trasporti (13%) e dell'industria(11%).

Proprio il fatto di essere strettamente connesso a numerosi settori economici, ha portato gli economisti a definire questo elemento come "Doctor Copper" o "Dottor Rame", in quanto lo studio dell'andamento delle sue quotazioni è un primo segnale dello stato di economia globale: un innalzamento dei prezzi del rame è sintomo spesso di un'economia in crescita caratterizzata da alta domanda, al contrario un calo del prezzo è accompagnato molte volte da un periodo di recessione.

È evidente così il motivo per cui la scelta della commodity da estrarre dalla categoria hard dei metalli, è ricaduta su questa materia prima, le cui quotazioni sono positivamente correlate con l'andamento dei mercati azionari.[26]

### **1.3.2.1 STORIA E CARATTERISTICHE**

Tra le materie prime protagoniste di questo elaborato il rame è sicuramente quello che ha la storia più antica. Secondo gli esperti, infatti, questo fu

utilizzato per la prima volta circa 10 000 anni fa in Mesopotamia per la produzione di utensili.

Le tecniche con cui veniva modellato inizialmente erano molto elementari: si trattava infatti di un "martellamento a caldo", ovvero di una metodologia che prevedeva di riscaldare il metallo in modo tale da renderlo più morbido e poterlo plasmare in maniera più agevole secondo le forme desiderate. La sua importanza è testimoniata dal fatto che il periodo conosciuto come "Calcolitico", che inizia intorno al 4000-3500 a.C. frazionandosi tra il Neolitico e l'Età del Bronzo, è stato identificato dagli storici anche come "Età del Rame". Il suo utilizzo infatti risultava più efficiente rispetto a quello della pietra e dell'argilla che erano le materie prime prevalentemente utilizzate in quel tempo. L'oro rosso riusciva a diventare malleabile come l'argilla ad alte temperature e più resistente della pietra quando si raffreddava. Con il tempo l'uso del rame si diffuse sempre di più, trovando impiego per diversi scopi, primo tra tutti la produzione del bronzo, ma anche per armi come asce e pugnali e addirittura per tubature dove scorreva acqua la cui prima testimonianza è datata al 2750 a.C.

Ad oggi come già sottolineato, assume un ruolo di primaria importanza nell'economia mondiale e questo grazie alle seguenti caratteristiche che lo contraddistinguono:

- Elevata duttilità ma allo stesso tempo robustezza e resistenza; lo hanno reso particolarmente adatto all'utilizzo nel settore dell'edilizia
- Ottima capacità di condurre elettricità; gli hanno consentito di rivestire un ruolo di primaria importanza nel mondo delle telecomunicazioni, in quello delle automotive con l'attuale diffusione dei veicoli elettrici e in quello della trasmissione di energia con alto rendimento.
- Proprietà antibatteriche; grazie a queste il rame è utilizzato per il trasporto di acqua, poiché riesce a mantenere inalterate le sue proprietà, senza alterare l'odore o il sapore, oltre che assume un ruolo rilevante nell'ambito ospedaliero sotto forma di superficie batteriostatica.

[27]

Concludono il quadro a favore del suo impiego in ambito industriale:

- Resistenza alla corrosione
- Riciclabilità al 100%
- Scarsa attrazione da parte di campi magnetici

Per quanto riguarda il processo produttivo, il rame viene estratto dall'omonimo minerale, presente su tutta la crosta terrestre e in particolar modo nei territori caratterizzati da attività vulcanica. La tecnica più diffusa con cui il metallo rosso viene ricavato dal sottosuolo, è conosciuta come "Estrazione a cielo aperto" e consiste nella rimozione degli strati superficiali fino al raggiungimento della porzione di crosta individuata. In alternativa, è possibile procedere tramite "Estrazione sotterranea" servendosi di pozzi verticali attraverso cui viene trasportato il minerale.[28]

Una volta ottenuta la materia prima grezza, è necessario sottoporla ad una serie di trattamenti fisico-chimici lunghi e complessi per ottenere il rame puro come la macinazione, l'ossidazione e la flottazione. [29]

È intuitivo quindi come la produzione del rame, sia legata a circostanze naturali, ovvero alla presenza di giacimenti presenti nel territorio interno ad ogni Stato. Di seguito è riportato un elenco dei maggiori produttori di rame nel 2019 con le relative tonnellate annue prodotte. [30]

Il Cile ricopre in questa classifica il primo posto grazie a ben 200 milioni di tonnellate di riserve, detenute all'interno dei propri confini che hanno portato il settore minerario a rappresentare circa il 10% del PIL dell'intero paese, raggiungendo una produzione di 5,79 milioni di tonnellate annue. [31]

Il podio si completa con il Perù dove l'export minerario rappresenta i 2/3 dell'export del paese, seguito dalla Cina, che contemporaneamente rappresenta il maggior consumatore di rame al mondo e il maggior importatore dal Perù. [32]

Posizione	Paese	Produzione (milioni di tonnellate)
1	 Cile	5,79
2	 Perù	2,46
3	 Cina	1,68
4	 RD del Congo	1,29
5	 Stati Uniti	1,26
6	 Australia	0,93
7	 Russia	0,80
8	 Zambia	0,79
9	 Messico	0,71
10	 Canada	0,57
11	 Kazakistan	0,56
12	 Polonia	0,39

Tabella 3: Maggiori produttori di rame nel 2019

### 1.3.2.2 ECONOMICS

Diversi sono i fattori che influenzano le quotazioni del rame, ma prime tra tutti sono gli aspetti legati all'offerta della materia prima. Come sottolineato precedentemente, la maggior parte della produzione di rame è localizzata in Sud America. In particolare, la più grande miniera del mondo si trova ad Escondita in Cile ed è gestita da un'azienda americana chiamata BHP Billiton che riesce a mettere in commercio il 5% del fabbisogno mondiale, mentre al secondo posto vi è la miniera di Grasberg in Indonesia controllata dalla Freeport McMoRan.

È intuitivo quindi, come **elementi geopolitici quali (mancati) accordi tra governi e imprese produttrici**, ma anche le **dinamiche interne alle aziende** stesse (per esempio scioperi dei lavoratori), svolgono un ruolo fondamentale nella formazione del prezzo del rame e anche come le loro quotazioni azionarie siano correlate alle quotazioni della materia prima.

Altro indicatore importante che ha conseguenze sul valore "dell'oro rosso" è senz'altro lo stato di salute dell'**economia della Cina**, in quanto come già sottolineato risulta essere il principale utilizzatore. Prospettive di crescita del PIL cinese sono spesso accompagnate da una crescita del prezzo della materia prima di origine mineraria in quanto suggeriscono un aumento della richiesta.

Allargando la prospettiva in un'ottica più generale, inoltre, essendo uno degli elementi fondamentali per la produzione di **veicoli elettrici**, e per il **trasporto dell'energia rinnovabile**, l'andamento di questi settori causa un innalzamento e decremento del valore del rame.

Infine, essendo scambiato principalmente in dollari, vi è senza dubbio un rapporto tra **valore della valuta statunitense** e quotazione del rame.

[33]

Questo stretto rapporto fa sì che le variazioni del "potere" di acquisto del dollaro, incidono sull'andamento del prezzo del rame stesso. In particolare, quando il dollaro si apprezza, per chi acquista in valuta differente, si subisce un effetto negativo, poiché nel cambio, l'acquisto di una libbra di rame avviene a un costo maggiore. Quindi un apprezzamento del dollaro tende a far abbassare la quotazione del rame, mentre **un deprezzamento aumenta la domanda, con conseguente aumento della quotazione.**

### 1.3.2.3 QUOTAZIONI

Il rame è quotato su tre borse mondiali principali che sono quella di Londra, quella di Shangai e quella di New York. Per i ragionamenti presenti in questo elaborato, si sono estratte dalla borsa NYMEX le quotazioni dei futures del rame con scadenza 2 mesi dall'anno 2000 fino a marzo 2022.

I dati presenti nel grafico sottostante rappresentano l'andamento storico del prezzo di una libbra di rame (453 grammi circa) espresso in dollari, ricavato con la formula (1) utilizzata per il caffè:

$$P = F * e^{-i*T} \quad (1)$$



Con un'analisi superficiale emerge subito come il prezzo del rame sia complessivamente salito negli anni partendo da 0,83 dollari/libbra che equivale a 1,83 dollari/kg nel 04/01/2000 per arrivare all'ultimo dato estratto con data 31/03/2022 quando il prezzo spot risultava cresciuto quasi di 10 volte rispetto all'inizio del secolo essendo di 4,75 \$/libbra (10,47\$/kg).

Il minimo dell'intero periodo analizzato è stato toccato il 07/11/2001, quando il prezzo del rame fu registrato intorno a 0,60\$/libbra o equivalentemente 1,33\$/kg, mentre il massimo assoluto è stato raggiunto molto di recente ovvero il 04/03/2022 quando il valore del rame sfiorò 4,94 \$/libbra (10,89 %/kg), e questo come vedremo è strettamente collegato con lo scoppio della guerra in Ucraina.

A sottolineare invece come gli economics elencati in precedenza siano rilevanti per l'andamento del rame, è possibile osservare come dopo aver raggiunto livelli molto alti nel 2011, le quotazioni sono scese in maniera graduale fino al 2017. In questo periodo, infatti, vi è stata un'inversione di tendenza con un aumento del valore del rame legato a due avvenimenti ben precisi, localizzati nei principali centri produttivi mondiali (Escondida e Grasberg). Nel primo caso vi fu uno sciopero dei lavoratori a causa di mancati accordi con la società riguardo le condizioni lavorative e contrattuali, mentre nel secondo caso la disputa generata a causa del mancato rinnovo della licenza, interessò l'azienda produttrice e le forze politiche statali indonesiane.

Questi aspetti contribuirono quindi inevitabilmente all'innalzamento del prezzo del rame che, dopo aver toccato valori di minimo di circa 2 \$/libbra nel 2016, tornò a superare i 3,5 \$/libbra a fine 2017.

### **1.3.3 PETROLIO BRENT**

Il petrolio ha assunto un ruolo da protagonista assoluto dal punto di vista geopolitico nel secolo appena passato, diventando sia la causa di nuove guerre, che uno degli approvvigionamenti indispensabile per il combattimento di queste.

Chiamato anche "oro nero", rappresenta una delle fonti di energia più utilizzate in tutto il mondo, in quanto la sua lavorazione porta all'ottenimento di derivati come benzina, gpl, nafta, cherosene, gasolio e olio lubrificante utilizzati per alimentare la maggior parte dei motori che sono in circolazione. Il petrolio è inoltre utilizzato come base per molti prodotti chimici industriali oltre che per la produzione di bitume, asfalto e metano.

È evidente quindi come questa commodity sia di primaria importanza nell'economia della globalizzazione, in cui vi è la forte necessità di trasporto di merci e persone da una parte all'altra del mondo in sempre minor tempo.

[34]

#### **1.3.3.1 STORIA E CARATTERISTICHE**

Sebbene alcune scritture riportino la descrizione di un liquido infiammabile già prima dell'anno zero, lo sviluppo del mercato petrolifero è un fenomeno relativamente recente che viene fatto risalire al 1859, quando in Pennsylvania fu costruito il primo pozzo petrolifero. Nel corso del XX secolo, con la diffusione del motore a combustione, la domanda per questa materia prima crebbe esponenzialmente e molte potenze mondiali iniziarono a localizzare i giacimenti petroliferi all'interno dei propri territori per poterli sfruttare. Quest'aspetto portò a scontri politici tra stati, che in alcuni casi sfociarono in conflitti bellici come accadde per la Guerra del Golfo, combattuta in Iraq dagli USA. Tutt'ora l'andamento del mercato del petrolio, essendo una risorsa sempre più limitata, viene tenuto sotto la lente di ingrandimento delle più importanti forze politiche mondiali.

Dal punto di vista chimico, il petrolio è una miscela viscosa di idrocarburi che in natura si trova allo stato liquido ed è formato principalmente da idrogeno, carbonio ed altre impurità come zolfo e metalli pesanti.

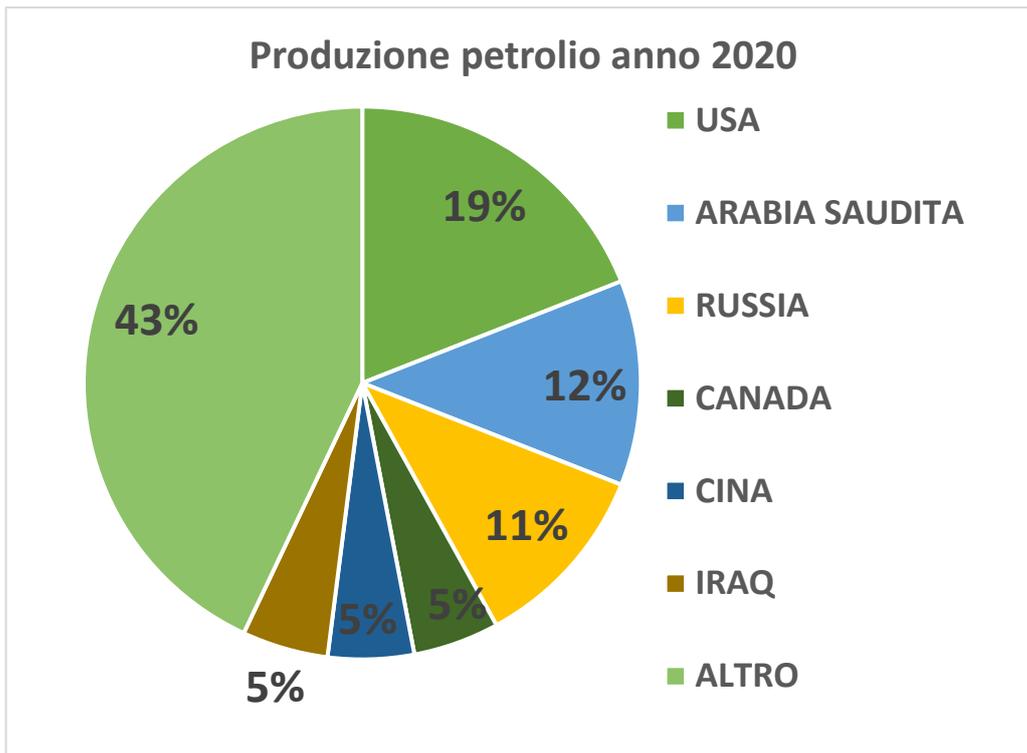
A seconda della sua natura esistono diverse tipologie di questa materia prima, ma quelle più importanti, nonché le uniche quotate sui mercati, sono il petrolio Brent e il WTI. Il primo corrisponde al liquido di origine europea e prende il nome dalla zona del Mare del Nord da cui viene estratto, mentre il secondo è l'acronimo di West Texas Intermediate, è prodotto in Texas, ed è considerato più pregiato a causa del suo maggior rendimento legato ad una minor percentuale di zolfo e alla minore densità. Nonostante questo, al contrario di quanto si possa intuitivamente immaginare, il prezzo del Brent è spesso più alto di quello del WTI a causa di una maggior produzione (e quindi offerta sul mercato) da parte del secondo rispetto al primo.

Il processo produttivo del petrolio risulta essere molto costoso ed è strutturato in diverse fasi: dopo aver localizzato nel sottosuolo il giacimento attraverso emanazione di onde sismiche, si procede alla perforazione e all'estrazione del liquido che può avvenire o naturalmente attraverso la pressione di acqua e gas, oppure tramite appositi macchinari. Una volta fuori, la materia prima subirà il processo di raffinazione attraverso cui vengono separate le componenti utili da quelle in eccesso in base all'utilizzo finale che se ne vuole fare.

La disposizione geografica delle riserve petrolifere come immaginabile, non è equamente distribuita all'interno del globo, bensì vi sono aree più ricche di questo olio minerale, prima fra tutte il Venezuela. Un'area di particolare interesse a tal proposito è il Medio Oriente, che possiede circa due terzi delle riserve accertate di idrocarburi nel mondo. Di seguito è presente una tabella con la classifica degli stati che possiedono la maggior quantità di petrolio accertato nel proprio sottosuolo, con l'indicazione anche della stima della vita residua dei giacimenti, assumendo una produzione pari a quella del 2013. [35] [36]

N°	Paese	Milioni di <u>barili</u> ( <u>bbbl</u> )	% sul totale	Vita media residua (Anni)
1	 <a href="#">Venezuela</a>	296.500	17,9%	ND
2	 <a href="#">Arabia Saudita</a>	265.500	16,1%	61,8
3	 <a href="#">Canada</a>	175.200	10,6%	ND
4	 <a href="#">Iran</a>	151.200	9,1%	93,1
5	 <a href="#">Iraq</a>	143.100	9,1%	ND
6	 <a href="#">Kuwait</a>	101.500	6,1%	94,6
7	 <a href="#">Emirati Arabi Uniti</a>	97.800	5,9%	78,7

Ciò nonostante, i maggiori produttori di petrolio non corrispondono agli stati sopra presenti, in quanto le aziende che si occupano dell'estrazione petrolifera, spesso lavorano su territori stranieri, prime tra tutte quelle americane. [37] Gli Stati Uniti infatti risultano essere i primi produttori di petrolio al mondo con più di 19 Milioni di barili prodotti nel 2020. A seguire vi è, l'Arabia Saudita con 11,81 mln, la Russia con 11,49 mln, il Canada, L'Iraq e la Cina con circa 4-5 mln. (fonte: <https://www.ig.com/it/strategie-di-trading/i-maggiori-produttori-di-petrolio-al-mondo-201012>)



Gli Stati Uniti detengono la leadership anche dal lato della domanda, con un consumo di 19,4 mln di barili annui. Il secondo consumatore a livello mondiale è la Cina con 14,056 mln, l'India, il Giappone e l'Arabia Saudita con circa 4 mln.

[38] [39]

### **1.3.3.2 ECONOMICS**

I fattori che influenzano il processo di formazione del prezzo del petrolio, governato dall'incontro tra domanda e offerta, sono spesso di natura politica. Nel 1960 infatti nacque, in seguito ad un accordo dei 13 stati proprietari dei più grandi giacimenti petroliferi al mondo, l'**Organizzazione dei Paesi esportatori di petrolio**, meglio conosciuta come **OPEC** (*Organization of the Petroleum Exporting Countries*). Questa collaborazione, definita in economia come "cartello", ha lo scopo di aumentare il profitto da parte degli stati membri attraverso una serie di accordi stipulati con le compagnie petrolifere

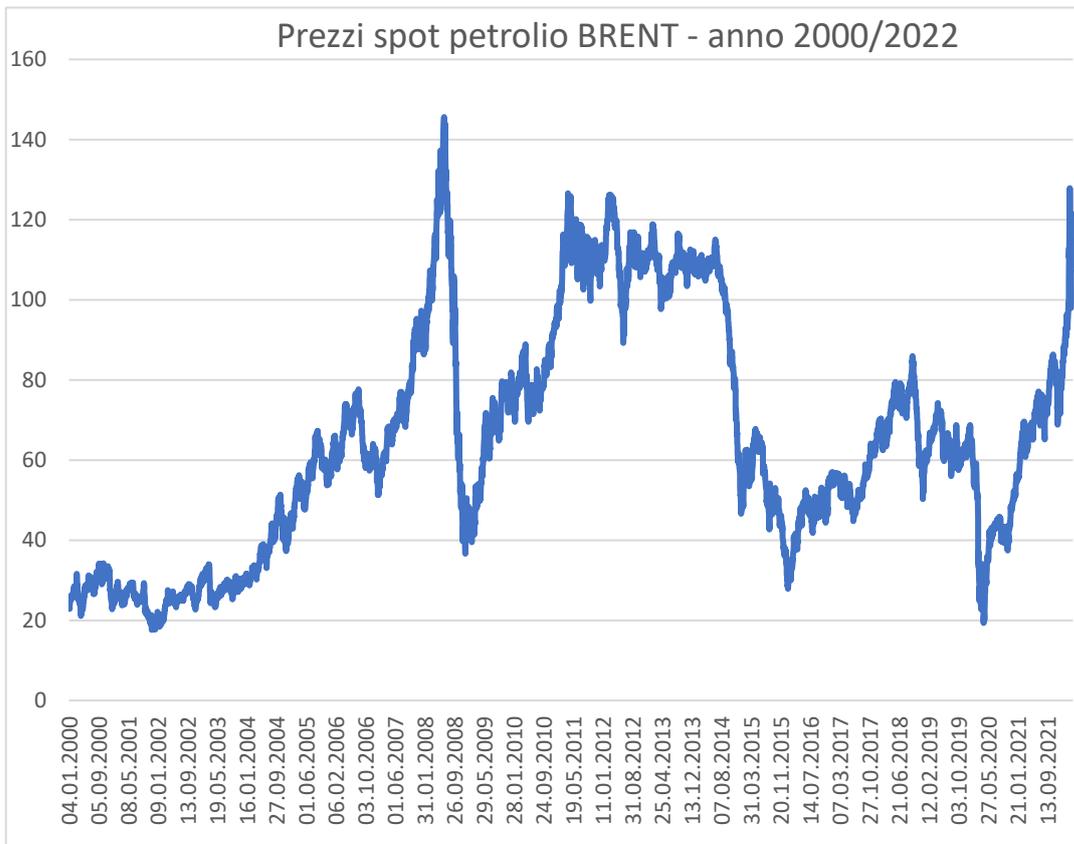
responsabili dell'estrazione. Predeterminando il tetto massimo della quantità esportata di petrolio per ogni stato dell'OPEC, si pone un limite all'offerta mondiale e ciò consente di indirizzare verso l'alto il prezzo del petrolio. Gli stati che aderiscono attualmente a tale accordo sono i seguenti 14: Libia, Emirati Arabi Uniti, Algeria, Nigeria, Ecuador, Gabon, Angola, Guinea Equatoriale e Repubblica del Congo, Arabia Saudita, Venezuela, Iraq, Iran e Kuwait. Particolare potere all'interno di questo contesto è detenuto dall'Arabia Saudita che è l'unico paese a possedere capacità di scorta e la possibilità di aumentare il livello di produzione agevolmente.

I risultati ottenuti storicamente dimostrano che questo accordo ha raggiunto gli obiettivi prefissati, riuscendo a mantenere alte le quotazioni dell'oro nero.

Insieme al volume di produzione e ad **i costi di estrazione**, per l'analisi del BRENT, va tenuto in considerazione l'andamento della domanda, la quale è connessa, come precedentemente evidenziato, a numerosi settori (primo tra tutti **quello dei trasporti**).

Il mercato del petrolio inoltre attrae molti investitori istituzionali e non che agiscono per **speculare o per operazioni di hedging**, condizionando con la loro attività il prezzo dei futures sul Brent.

### 1.3.3.3 QUOTAZIONI



I due mercati principali per lo scambio di petrolio sono il NYMEX di New York e l'*IntercontinentalExchange* di Atlanta, entrambi di proprietà statunitense. I dati estratti corrispondono alle quotazioni giornaliere dei futures del BRENT espresse in dollari con scadenza a due mesi. Ogni contratto è scritto su 1000 barili di petrolio (1 barile corrisponde a circa 159 litri) e per ottenere i prezzi spot, si è proceduto come per le commodities precedenti con la formula (1).

L'andamento del valore del petrolio dell'ultimo ventennio è sicuramente crescente e questo grazie soprattutto all'attività dell'OPEC.

Si è passati infatti da un valore di circa 17 \$/barile del 2001 ad un valore attuale di circa 125 \$/barile in mezzo a cui vi sono state una serie di oscillazioni strettamente connesse alle crisi geopolitiche. Tra tutte, risaltano le conseguenze dello scoppio della bolla finanziaria nel 2008, con il prezzo che sfiorò i 150\$/barile e un effetto completamente opposto della Crisi

legata al Covid nel 2020 con il valore sceso a meno di 20\$/barile, minimo a cui non ci si avvicinava dai primi anni del 2000.

### **1.3.4 GAS NATURALE**

Il gas naturale è sicuramente la materia prima su cui si è più dibattuto nei primi mesi del 2022 a causa dello scoppio della guerra in Ucraina.

Al giorno d'oggi, infatti, risulta essere una commodity di primaria importanza essendo indispensabile nella quotidianità delle persone per attività come cottura di cibi, produzione di acqua calda sanitaria, riscaldamento, produzione di energia elettrica e combustione per alcuni veicoli. [40]

#### **1.3.4.1 STORIA E CARATTERISTICHE**

Le prime informazioni riguardo al gas risalgono al VII secolo a.C., periodo in cui alcune scritture narrano di fumi magici provenienti dal sottosuolo di cui si serviva l'oracolo di Delfi per le sue previsioni. Per il primo utilizzo pratico bisogna invece attendere il IV secolo a.C., quando la popolazione cinese, per la prima volta estrasse il gas dal sottosuolo utilizzandolo per portare ad ebollizione l'acqua marina e ricavarne sale.

La svolta storica avvenne però nel 1800, quando nel giro di pochi anni si passò dalla diffusione delle lampade a gas per illuminare le città, alla costruzione di numerosi pozzi fino ad arrivare alla fine del secolo in cui si affermò il processo di combustione controllata che permise l'applicazione del gas per tutte le attività in cui si utilizza tutt'ora. [41]

Il gas, che rappresenta attualmente una delle maggiori fonti energetiche al mondo, è composto per 9/10 da metano (CH<sub>4</sub>) e per la restante parte da idrocarburi e gas come azoto e anidride carbonica. La sua formazione nel sottosuolo è dovuta ad un processo chimico-fisico molto simile a quello del petrolio, attraverso cui sostanze organiche di origine vegetale e animale, subiscono mineralizzazione a distanza di lunghi periodi e con determinate condizioni di temperature e pressione.

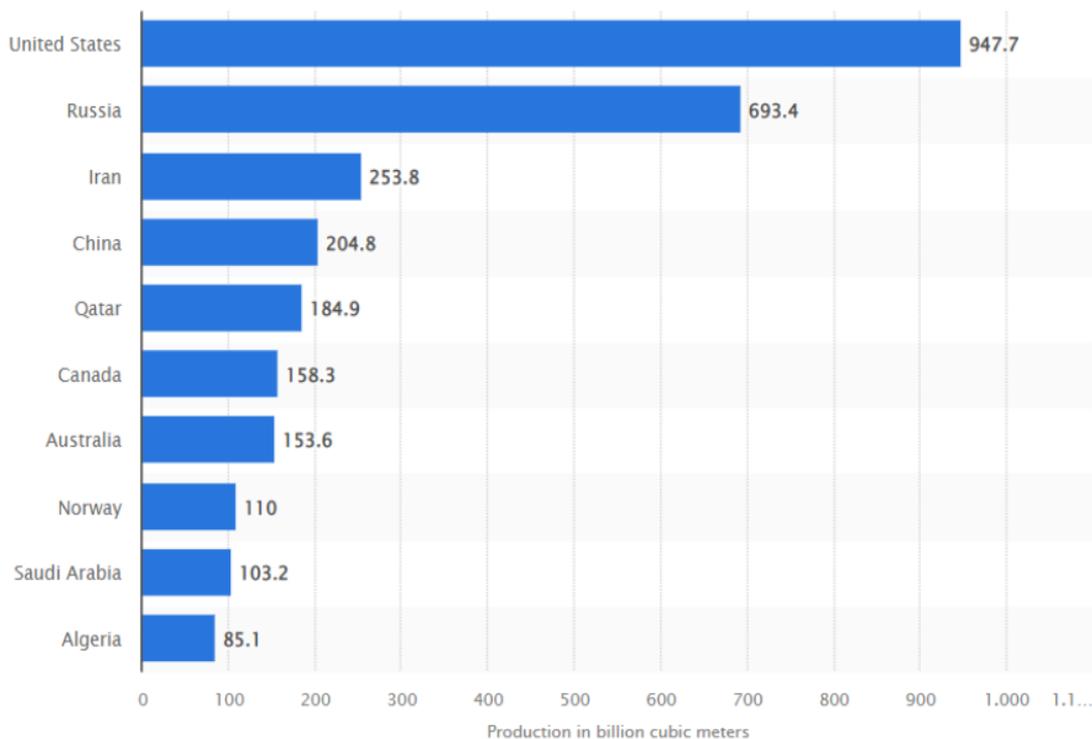
Una volta individuati i giacimenti di gas, che spesso coincidono con quelli di petrolio, la materia prima viene estratta attraverso piattaforme di trivellazione. I principali ostacoli però nella produzione del gas si incontrano nel trasporto. Questo può avvenire attraverso due diverse modalità:

- **Gasdotti:** è quella più usata tra le due possibilità e consiste in tubi di acciaio situati nel sottosuolo e/o nei fondali marini, lunghi migliaia di km che permettono il collegamento dal sito produttivo, al luogo di stoccaggio o di utilizzo finale. Il gas viene veicolato allo stato aeriforme attraverso stazioni di pressione che mantengono il flusso continuo. Si tratta di un'alternativa che ha richiesto un grande investimento iniziale per la costruzione delle infrastrutture necessarie, ma attualmente è quella più economica. Interessando però il sottosuolo di diversi stati, rimane il problema dell'esposizione a rischi geopolitici che potrebbero causare complicazioni nel trasporto qualora una potenza decidesse di interrompere il flusso.
- **Navi metaniere:** in questo caso il gas viene esposto a forti pressioni e basse temperature fino a raggiungere lo stato liquido prendendo il nome di GNL (Gas naturale liquefatto). Viene così posizionato in apposite cisterne e trasportato dalle navi, garantendo una maggior efficienza a causa del minore spazio occupato dai liquidi rispetto ai gas.

L'importanza attuale del gas nell'economia moderna è legata alle sue proprietà che gli consentono di generare energia attraverso il processo di combustione. Il suo impiego è così utilizzato per diversi scopi come:

- La produzione di energia elettrica mediante centrali a gas e vapore
- L'esecuzione di processi industriali nella lavorazione di metalli
- Riscaldamento, refrigerazione e cucina
- Alimentazione di veicoli a motore in alternativa a benzina e diesel.

Per quanto riguarda la produzione, come succede per il petrolio, a dominare la scena non sono necessariamente le potenze che detengono all'interno dei propri territori i più grandi giacimenti.



Primi in assoluto nell'estrazione sono infatti gli Stati Uniti con poco meno di 950 miliardi di metri cubi annui, nonostante siano solo al quarto posto per presenza di riserve all'interno dei propri confini (dati aggiornati al 2020). Al secondo gradino del podio nella produzione di gas, come si evince dal grafico qui sopra, c'è la Russia con i suoi 693.4 miliardi seguito dall'Iran con poco circa 250 miliardi. [42]

Di seguito invece l'elenco aggiornato al 2020 delle riserve di gas naturale dimostrate, con valori espressi in trilioni di metri cubi (fonte: *www.Indexmundi.com*) [44] [45]

<b>Classifica stati per m<sup>3</sup> di riserve di gas</b>	
<b>Russia</b>	47,799
<b>Iran</b>	33,720
<b>Qatar</b>	24,069
<b>Stati Uniti</b>	13,180
<b>Arabia Saudita</b>	8,619
<b>Turkmenistan</b>	7,503
<b>Emirati Arabi Uniti</b>	6,091

### **1.3.4.2 ECONOMICS**

Il primo elemento ad avere effetti sulle quotazioni del gas naturale è senza dubbio la **presenza di accordi e contratti tra le compagnie produttrici/trasportatrici e le forze politiche**. Infatti, sono molti gli stati che non detengono un bacino di gas tale da rendersi autosufficiente e sono così costretti ad importare la materia prima. Questo discorso è valido soprattutto per l'Italia che usa una grande quantità di gas per la produzione di energia elettrica. Finisce così per coprire autonomamente solo il 6% del suo fabbisogno, ritrovandosi quindi ad acquistare il gas dalla Russia (38%), Algeria (27%) e Qatar (13%) e sottostando alle regole di mercato imposte dagli esportatori.

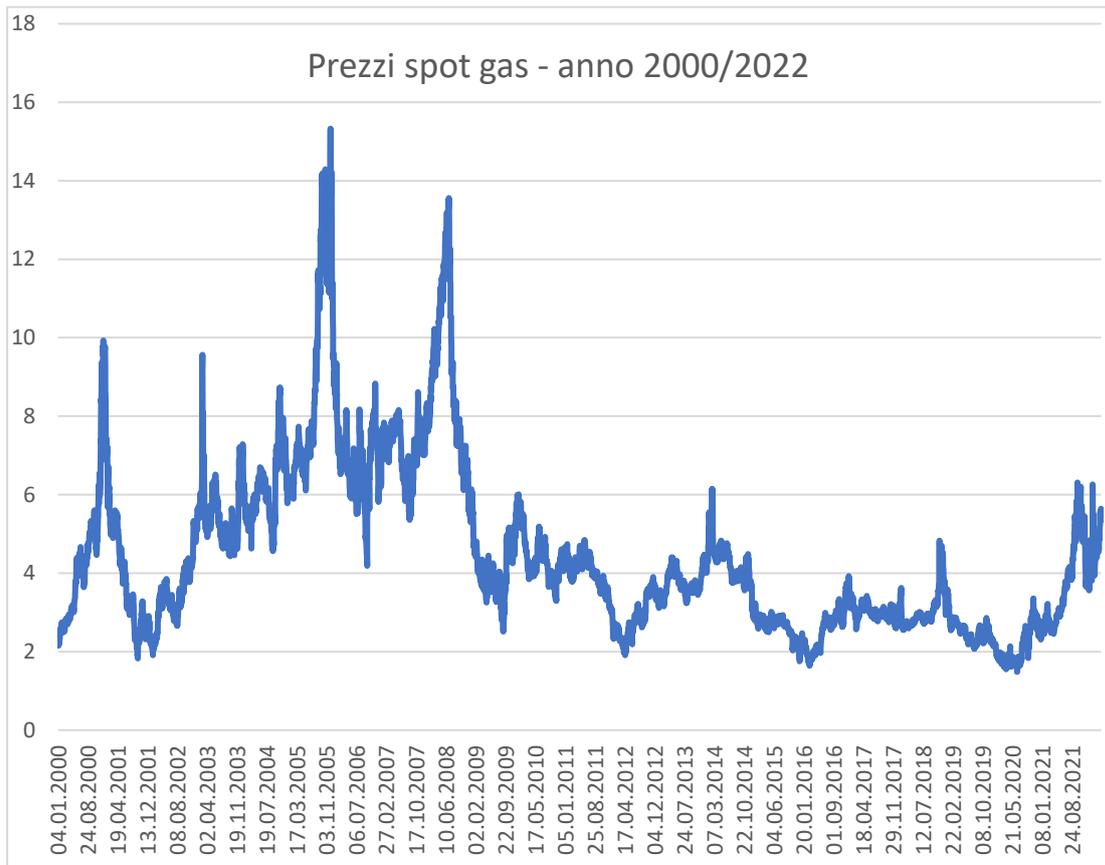
A tal proposito è opportuno fornire due precisazioni: la prima è che i contratti che stabiliscono l'approvvigionamento di petrolio sono generalmente di durata che va dai 5 ai 25 anni; il secondo aspetto è che spesso sono del tipo "**take or pay**" ovvero, a causa dell'ingenti investimenti necessari in fase iniziale per la produzione della materia prima, i venditori per tutelarsi "obbligano" la controparte a pagare una quantità di gas fissa anche se ne viene utilizzata meno.

Un altro aspetto da tenere in considerazione per la formazione del prezzo del gas è il trend delle **quotazioni del petrolio**. Le due commodities, infatti, essendo entrambi fonti di energia di origine fossile, sono legate da una relazione di complementarità e questo porta il loro andamento in borsa ad essere correlato positivamente.

Ciò vuol dire che all'aumentare del prezzo di uno, i consumatori si rifugeranno nell'acquisto dell'altro causando quindi un aumento di domanda con relativo innalzamento del valore commerciale. [46]

Infine, il livello degli **stoccaggi** è sicuramente da tenere in considerazione per comprendere i movimenti sul mercato. A tal proposito è opportuno evidenziare come questo sia caratterizzato da stagionalità, aspetto consequenziale del maggior uso di gas tipico dei periodi più freddi rispetto a quelli estivi. Riserve più grandi, infatti, suggeriscono livelli di prezzi più bassi. [47]

### 1.3.4.3 QUOTAZIONI



Le quotazioni in Borsa del gas naturale avvengono sul NYMEX e sull'IPE, International Petroleum Exchange, entrambi mercati internazionali. Per trovare i prezzi spot si sono eseguiti i medesimi passaggi delle materie prime precedenti, con un'unica rilevante differenza rappresentata dalla scadenza dei futures che in questo caso è di un mese e non due. In termini pratici si evidenzia quindi come nell'utilizzo della formula (1) il valore di T sia pari a  $\frac{1}{12}$  e non più  $\frac{2}{12}$ .

L'unità di misura utilizzata sul NYMEX per quantificare il gas è il BTU (British Thermal Unit), un'unità di misura dell'energia.

1 BTU è definito dalla quantità di calore richiesta per alzare la temperatura di 454 grammi di acqua da 60 a 61 gradi Fahrenheit. Trasformando 1 BTU con i parametri del Sistema Internazionale si ottengono  $1,055056 \times 10^6$  Kilojoule ma per avere una migliore percezione, è stato dimostrato da alcuni studiosi che per produrre 1 MMBtu sono necessari  $28.263682 \text{ m}^3$  di gas naturale ad una determinata temperatura e pressione.

Gli acquirenti di un contratto future sul gas si impegnano a comprare 10.000 MMBtu (milioni di British Thermal Unit), che trasformato nelle nostre unità di misura corrispondono quindi a  $10.000 \times 28,26 \text{ m}^3 = 282.600 \text{ m}^3$ . Nel grafico qui presente si trovano le quotazioni spot di 1 MMBtu di gas naturale espresse in dollari americani.

Confrontando il grafico del gas con quello del petrolio, emerge subito la correlazione positiva di cui si è parlato in precedenza con un andamento per entrambi crescente nei primi anni del 2000 fino a raggiungere i massimi nel 2008 (con il gas toccò i 13\$/1MMBtu).

Da lì, il prezzo del gas ha acquisito una relativa stabilità fino allo scoppio della pandemia del 2020, quando ha iniziato un percorso di salita che continua ulteriormente tutt'ora a causa delle vicende geopolitiche attuali che interessano particolarmente la Russia, seconda produttrice mondiale.

### **1.3.5 ARGENTO**

Appartenente alla categoria dei metalli preziosi, l'argento è stato considerato per molto tempo la materia prima più pregiata seconda solo all'oro. Vista la sua disponibilità limitata nel mondo viene classificato come bene rifugio (vedi capitolo 1.1) e quindi è caratterizzato da un valore intrinseco che lo rende meno soggetto ad oscillazioni di prezzo rispetto ad altre commodities.

#### **1.3.5.1 STORIA E CARATTERISTICHE**

La storia dell'argento affonda le sue radici nel 2000 a.C. quando i Sumeri lo utilizzavano per la produzione di utensili di ogni tipo, in particolare per ornamenti funerari.

La sua diffusione su larga scala però, avvenne intorno al V secolo a.C. quando, iniziò ad essere usato per coniare monete, diventando così simbolo di ricchezza e attirando l'interesse delle classi più abbienti dell'Impero romano.

Con la caduta dell'impero, la corsa all' "oro bianco" diminuì per poi tornare in voga nel periodo dell'Umanesimo quando le sue lavorazioni erano volte alla produzione di oggettistica quotidiana come forchette, coltelli, piatti ma anche decorazioni che riscossero molto successo nell'ambito religioso. [48]

Attualmente, oltre a dominare il mercato dei gioielli, grazie alle sue caratteristiche, trova impiego in diversi settori. La sua conducibilità elettrica, infatti, gli consente di essere la giusta soluzione per la costruzione di microcomponenti elettronici per PC e smartphone e di batterie di lunga durata (zinco-argento). Il metallo bianco inoltre, essendo particolarmente sensibile ai raggi luminosi, ha soddisfatto per molti anni le esigenze delle macchine fotografiche prima dell'avvento del digitale. Oggi la capacità di reagire alle onde luminose, è sfruttata attraverso l'uso nella costruzione di alcune parti dei pannelli fotovoltaici. La richiesta maggiore però è legata al settore industriale (circa il 50%), dove grazie alla sua malleabilità e duttilità viene utilizzato per diversi fini, spesso unito con altri metalli per formare leghe ancora più dure e conduttive. Infine trova applicazione nell'odontoiatria e nella costruzione di specchi con alta riflettanza e cemento per il vetro. [49]

Le riserve di argento si collocano geograficamente per lo più in America meridionale, con il Perù che detiene la leadership con 93.000 tonnellate di giacimenti accertate all'interno del proprio sottosuolo. [50] Lo accompagnano il Cile, con 27.000 tonnellate e il Messico con 37.000 tonnellate. A sfiorare i livelli del Cile invece sono l'Australia e la Polonia, entrambe con approssimativamente 89.000 tonnellate. [51]

Nonostante questo, nel 2019 il primato nella produzione annua di argento lo ha conquistato il Messico con quasi 6000 tonnellate, grazie all'attività della

“Fresnillo”, l’azienda del settore più grande al mondo. Solo al secondo posto, seppur con distacco, c’è il Perù che ha registrato un’estrazione di 3860 tonnellate annue. Di seguito l’elenco dei dati relativi alla produzione di argento aggiornati al 2019. [52]

I maggiori produttori di argento nel 2019		
Posizione	Paese	Produzione (tonnellate)
1	 <a href="#">Messico</a>	5920
2	 <a href="#">Perù</a>	3860
3	 <a href="#">Cina</a>	3440
4	 <a href="#">Russia</a>	2000
5	 <a href="#">Polonia</a>	1470
6	 <a href="#">Cile</a>	1350
7	 <a href="#">Australia</a>	1330
8	 <a href="#">Bolivia</a>	1160
9	 <a href="#">Argentina</a>	1080
10	 <a href="#">Stati Uniti</a>	977

### 1.3.5.2 ECONOMICS

L’argento attira interesse specialmente per la sua **capacità di conservare valore nel corso del tempo**, rappresentando una riserva di ricchezza esposta a rischi minori rispetto a tanti altri beni. Questo aspetto, che lo accomuna all’oro, è dovuto alla sua limitata possibilità di estrazione dalle

miniere e dalla rara scoperta di nuovi siti. La sua domanda, quindi, incontra spesso una crescita esponenziale in periodi di **instabilità economica**, quando gli investitori cercano di tutelare il proprio patrimonio da svalutazioni eccessive. Ciò comporta che in presenza di tensioni politiche-sociali, crisi sanitarie e fenomeni inflattivi, ci sarà un innalzamento di prezzo dell'oro bianco determinando una **correlazione negativa con le valute**. I risparmiatori, infatti, quando il mercato offre bassi tassi di interesse, preferiscono investire in argento fisico, cercando di ottenere maggiori guadagni.

Ad interferire sul valore del metallo prezioso, quindi, c'è anche **l'attività del Fondo Monetario Internazionale e dalle Banche Centrali** dei vari Paesi, che attraverso decisioni di politica monetaria, causano effetti sul potere d'acquisto delle valute.

Un ruolo importante in questo contesto è ricoperto **dalle circostanze in cui viene estratto e lavorato**: variabili che interferiscono con la regolare produzione come abbondanti piogge che generano inondazioni delle miniere, eccessivo caldo che causa frane, tensioni politiche all'interno dei maggiori stati produttori, o scioperi, limiterebbero la quantità già ridotta sul mercato, generando un innalzamento delle quotazioni.

La presenza di **rottami di argento** invece, ha una funzione "disciplinante" che riporta spesso al punto di equilibrio la domanda e l'offerta. Infatti, quando la prima supera la seconda e il prezzo è alto, vi è la tendenza di "riciclare" componenti d'argento proveniente da diversi settori, in particolare fotografia e gioielleria, alzando così il livello dell'offerta.

Infine, fenomeno di origine più recente, è la nascita della relazione con il mercato delle **criptovalute**. Quest'ultime, infatti, sono considerate da molti investitori, un'alternativa a beni di rifugio come argento ed oro, ed è stata quindi evidenziata una correlazione tra il valore di questi fattori essendo essi complementari. [53] [54]

### 1.3.5.3 QUOTAZIONI

I mercati principali che presentano la quotazione dell'argento fisico sono quello di Londra e il NYMEX statunitense.

Come succede anche per l'oro e per il platino, il prezzo dell'argento è sottoposto all'operazione di **fixing**, ovvero ad un procedimento attraverso il quale ogni giorno alle ore 13:00 viene determinato il prezzo della commodity che sarà usato come riferimento internazionalmente per transazioni che prevedono la compravendita di questo metallo (esempio gioiellerie o nel campo industriale). I responsabili di quest'attività, che comunicano quotidianamente al mercato di Londra il valore deciso in seguito ad un'asta, sono i tre seguenti istituti finanziari: Deutsche Bank, ScotiaBank e HSBC. È opportuno precisare però, che il valore comunicato, valido fino alla stessa ora del giorno dopo, si differenzia dalla quotazione in tempo reale della stessa materia prima che è soggetta a istantanee variazioni.

I dati presenti nel grafico qui sotto, rappresentano le quotazioni spot di 1 oncia di argento espressa in dollari americani, coprendo il periodo da inizio 2000 fino al primo trimestre 2022 e sono stati ricavati dal valore dei futures con scadenza 2 mesi espressi sul NYMEX (stessa formula delle precedenti materie prime). [55]



Il valore dell'argento negli ultimi 20 anni è caratterizzato da un trend crescente. Si è infatti passati dai circa 5 \$/oncia dei primi anni 2000, fino ai 25 \$/oncia del 2022, con un aumento del 500%. Ciò nonostante, le caratteristiche che contraddistinguono il metallo bianco hanno reso il suo percorso abbastanza stabile, fatta eccezione nei periodi di crisi, in cui la diffusione di incertezza ha portato molti investitori a rifugiarsi nell'argento fisico, causando un innalzamento del suo prezzo fino a 47,50 \$/oncia il 28/04/2011.

Interessante invece è come, in controtendenza con altri beni di consumo, allo scoppiare della crisi sanitaria nel 2020, il suo valore precipitò bruscamente a causa della diffusa necessità del mercato di liquidità che portò molti investitori alla vendita delle riserve di metallo prezioso. Il processo però fu limitato nel tempo, tant'è che nel giro di poche settimane le quotazioni tornarono a toccare i 30 \$/oncia.

## 2 LE CRISI

In questo capitolo si è ritenuto opportuno fornire un approfondimento sulle più importanti crisi che si sono verificate nel XXI secolo, evidenziando quali sono state le conseguenze mondiali dal punto di vista economico-finanziario e in particolare gli effetti sull'andamento delle commodities.

### 2.1 Grande Recessione

Con "Grande Recessione" si intende la più grande crisi economica del nuovo millennio, che caratterizzò gli anni tra il 2007 e il 2013, verificatasi a seguito dello scoppio della bolla relativa al mercato immobiliare statunitense. Viene riconosciuta come **crisi sistemica**, la cui definizione puntuale è la seguente: *"crollo del sistema a seguito di una reazione a catena di conseguenze negative che colpiscono un gran numero di settori o economie e la mancanza di strumenti per risolvere il disastro"*. [fonte: [www.economy-pedia.com](http://www.economy-pedia.com)]. Si tratta di un fenomeno inizialmente localizzato negli USA e confinato all'interno del settore immobiliare, ma che nel giro di poco tempo si espanse in maniera pervasiva all'interno dell'economia globale, portando a conseguenze estremamente negative, con ripercussioni anche in molti paesi europei.

#### 2.1.1 Origini e cause

Lo scoppio della crisi avvenuto tra 2007 e 2008 in realtà è il risultato di una serie di fenomeni iniziati già dagli anni 90. Il governo americano, infatti, aveva incentivato in quegli anni il sogno americano di possedere una proprietà immobiliare, facendo anche pressione sulle banche perché agevolassero l'accesso ai mutui da parte delle famiglie a basso reddito, in modo che potessero avere la casa di proprietà e raggiungere uno stato di benessere e di integrazione sociale.

In termini economici questo corrispondeva a tenere bassi i tassi di interesse, rendendo poco costoso l'indebitamento. Questo si tramutò direttamente in un'alta domanda per gli immobili con conseguente aumento spropositato di prezzo, come riscontrabile nel grafico sottostante. [56]

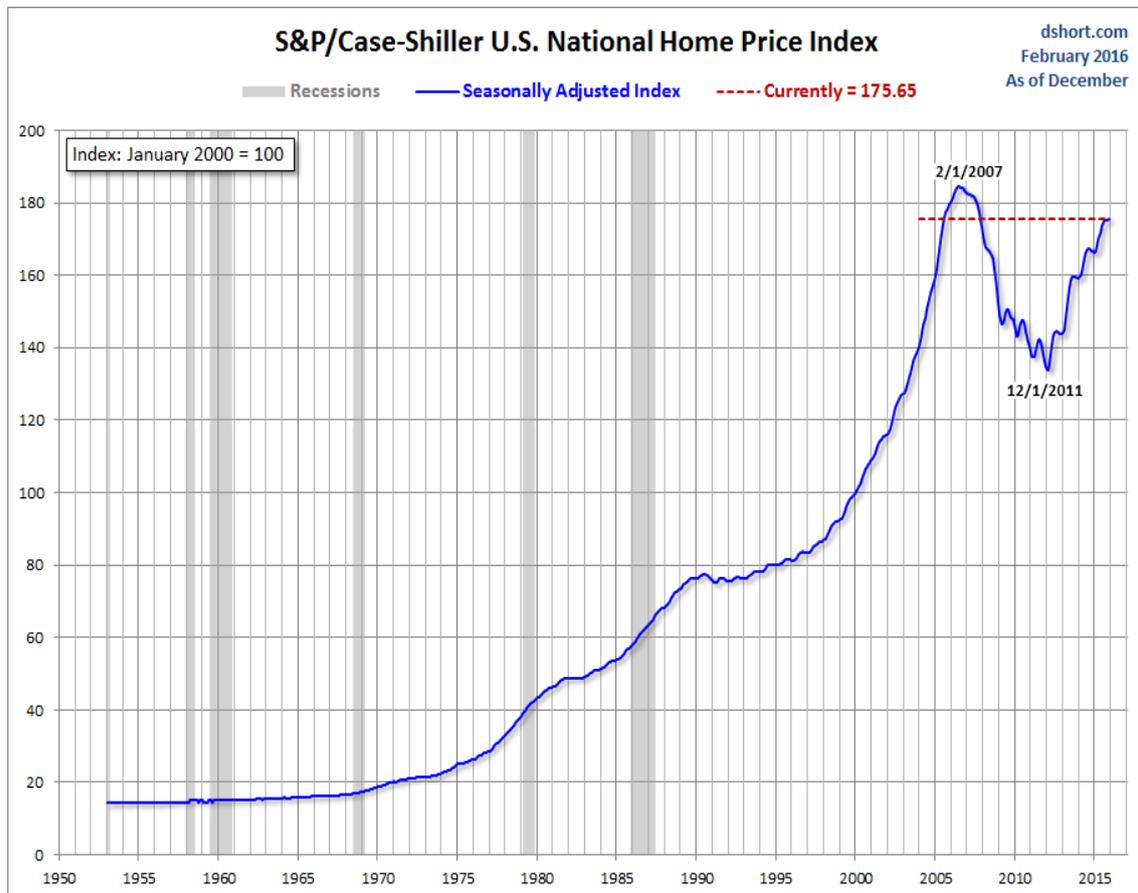


Figura 2 fonte: <http://www.sokratis.it/usa-il-mercato-immobiliare-continua-a-non-essere-in-bolla/>

Qui viene rappresentato l'indice di Shiller, elaborato dall'agenzia Standard & Poors, e che fornisce una misura dei prezzi di case unifamiliari in 20 aree diverse degli Stati Uniti.

A testimonianza di ciò, è stato evidenziato come tra il 1997 e il 2006 le abitazioni divennero più costose del 124%, un dato che, con l'analisi incrociata del valore di altri beni, avrebbe dovuto essere subito identificato come campanello d'allarme.

In questo contesto, le banche per aumentare la loro redditività, passarono dal modello *originate and hold*, al modello *originate to distribute*. Questo vuol dire che, al posto di guadagnare attraverso gli interessi che il cliente pagava sul mutuo, le banche incassavano le commissioni sulla concessione del debito per poi cedere immediatamente ad altri investitori l'asset mediante un processo di cartolarizzazione.

La cartolarizzazione è *una tecnica finanziaria progettata per trasformare strumenti finanziari non trasferibili in altri strumenti finanziari trasferibili, quindi negoziabili e quindi liquidi.*

[<https://it.wikipedia.org/wiki/Cartolarizzazione>].

Nello specifico questo meccanismo permetteva alla banca di impacchettare diversi mutui all'interno di "pool" per poi rivenderli a entità giuridiche chiamate SPV (Special Purpose Vehicle), le quali a loro volta emettevano obbligazioni che avevano come sottostanti l'insieme dei mutui acquistati. In questo modo il rischio di insolvenza dell'acquirente dell'immobile veniva nascosto e distribuito all'interno di questi nuovi strumenti chiamati CDO (Collateralized Debt Obligation), considerando anche che l'emissione di nuove obbligazioni era spesso strutturata in tre diverse tranche in base alla rischiosità desiderata dall'investitore (Senior, Mezzanine, Junior/Equity). Tali strumenti, prima di essere messi sul mercato, erano spesso soggetti a valutazione da parte dell'agenzia di rating, le quali il più delle volte fornivano buone valutazioni in termini di rischio.

All'interno di questo panorama, si diffusero i così detti "mutui subprime", ovvero la concessione di finanziamenti a una fascia di clientela ad alto rischio di insolvenza. Ciò fu la diretta conseguenza del disincentivo da parte delle banche a fare investigazioni sul creditore prima di concedere il mutuo, visto che veniva ceduto immediatamente a terzi. Inoltre, tutti gli operatori, si sentivano tutelati dal fatto che, anche in caso di insolvenza, vi era l'immobile stesso a svolgere il ruolo di collaterale, e il suo valore era in costante crescita: in caso di difficoltà si sarebbe messa in vendita la casa (che spesso aveva un prezzo più alto rispetto a quello a cui si era acquistata)

e con il ricavo si sarebbe estinto il mutuo per poi eventualmente richiederne un altro.

### **2.1.2 Scoppio della bolla e conseguenze**

I limiti del sistema si evidenziarono quando Bernanke, presidente del Comitato dei Governatori della Federal Reserve (banca centrale USA), diede inizio ad una manovra che portò all'aumento dei tassi di interesse e contemporaneamente ad una diminuzione del valore delle case. Questo generò sempre più numerosi casi di insolvenze sui mutui subprime, ma i pignoramenti delle abitazioni, vista la svalutazione in atto, non riuscivano a coprire le perdite sostenute.

Si scatenò quindi un effetto a catena che generò un clima di panico finanziario, che si diffuse nel giro di poco tempo anche in altri settori.

Infatti:

1) per recuperare liquidità gli intermediari iniziarono a vendere attività finanziarie sul mercato, con lo scopo di liberarsi dei titoli tossici, innescando una profonda caduta delle quotazioni azionarie ed obbligazionarie, anche di imprese non coinvolte nella crisi, alimentando ulteriormente svalutazioni e perdite.

2) la crisi di fiducia reciproca tra le banche bloccò il mercato interbancario determinando un'enorme crisi di liquidità.

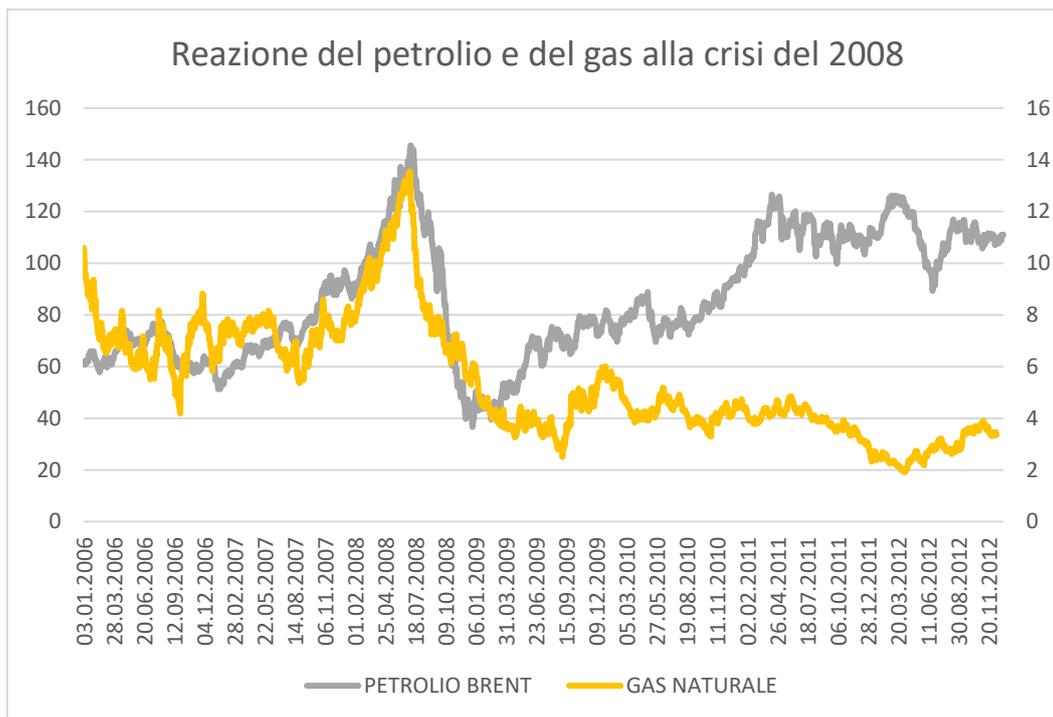
3) le compagnie di assicurazioni che avevano partecipato attivamente al business delle cartolarizzazioni, affrontarono enormi perdite.

4) per arginare la crisi, le banche centrali inondarono il mercato di liquidità e intervennero in aiuto delle banche più importanti portando lo spostamento della crisi dai bilanci bancari, ai bilanci degli stati. Nonostante questo, numerose banche furono destinate a fallire, generando ulteriore panico e il fenomeno della "*corsa allo sportello*". A tal proposito sono da ricordare alcune date come quella del 21 Settembre 2008 quando *Goldman Sachs e Morgan Stanley* si trasformarono in banche commerciali, salvandosi grazie

all'intervento della *FED* dalla bancarotta, ma anche il 7 Febbraio 2008 quando la *Bank of England* nazionalizzò la *Northern Rock*.

A diverso destino invece andò incontro la *Lehman Brother* che il 14 settembre 2008 dichiarò bancarotta, determinando quello che tutt'ora è considerato il più grande fallimento della storia. Fu la prima volta in cui le forze governative diedero una dura risposta al problema di azzardo morale relativo al *too-big-to-fail*, ovvero all'incentivo da parte delle banche di correre rischi crescenti, forti di un salvataggio da parte dello stato in caso di difficoltà). [57]

Dal punto di vista delle quotazioni delle commodities, si riscontrarono in questo periodo dei movimenti oscillatori evidenti, tipici dei periodi di crisi. Infatti, mentre il 2007 fu caratterizzato per lo più dagli effetti inflazionistici che generarono un aumento dei prezzi portando il petrolio a toccare quasi i 150\$/barile, la seconda metà del 2008 fu dominata da una pesante recessione. I dati di quell'annata furono decisamente negativi per l'economia mondiale con gli Stati Uniti che subirono un crollo del PIL del 2,8%, un aumento del tasso di disoccupazione del 5% e una diminuzione dell'indice Standard & Poor's del 40%. Lo stesso trend si diffuse nei paesi europei, dove aumentò l'attitudine a risparmiare con conseguente decremento della domanda globale. In tale contesto vi fu un esagerato crollo generale dei prezzi, come quello del petrolio Brent il cui valore si ridusse del 70% fino a circa 40\$/barile, seguito anche dal Rame che passò dai 4\$/libbra di luglio a 1,25\$/libbra di dicembre 2008 e dal gas che sfiorò i 15\$/MMBtu a giugno 2008 per poi crollare fino ai 4\$/MMBtu sei mesi dopo. Nel grafico sottostante la scala di destra fa riferimento al prezzo del gas, quella a sinistra al valore del petrolio. Salta subito all'occhio l'aumento della correlazione delle materie prime in periodi di crisi.



Dopo questa parentesi, post-2008 tornarono a predominare gli effetti inflazionistici generati dalla politica monetaria espansiva di tutte le banche centrali, con un nuovo innalzamento generale dei prezzi come testimoniato dall'andamento del petrolio e del rame (diverso il discorso per il gas, il principale esportatore era la Russia che non risentì della crisi quanto altri paesi.)

Gli anni successivi furono estremamente negativi per molte potenze mondiali con riduzione del PIL di molti paesi come testimoniati dai seguenti valori relativi al 2009:

Irlanda (-5,0%), Regno Unito (-2,8%), Germania (-2,3%) Paesi Bassi e Spagna (-2,0%), Belgio (-1,9%), Italia (-3,1%), Francia (-1,8%).

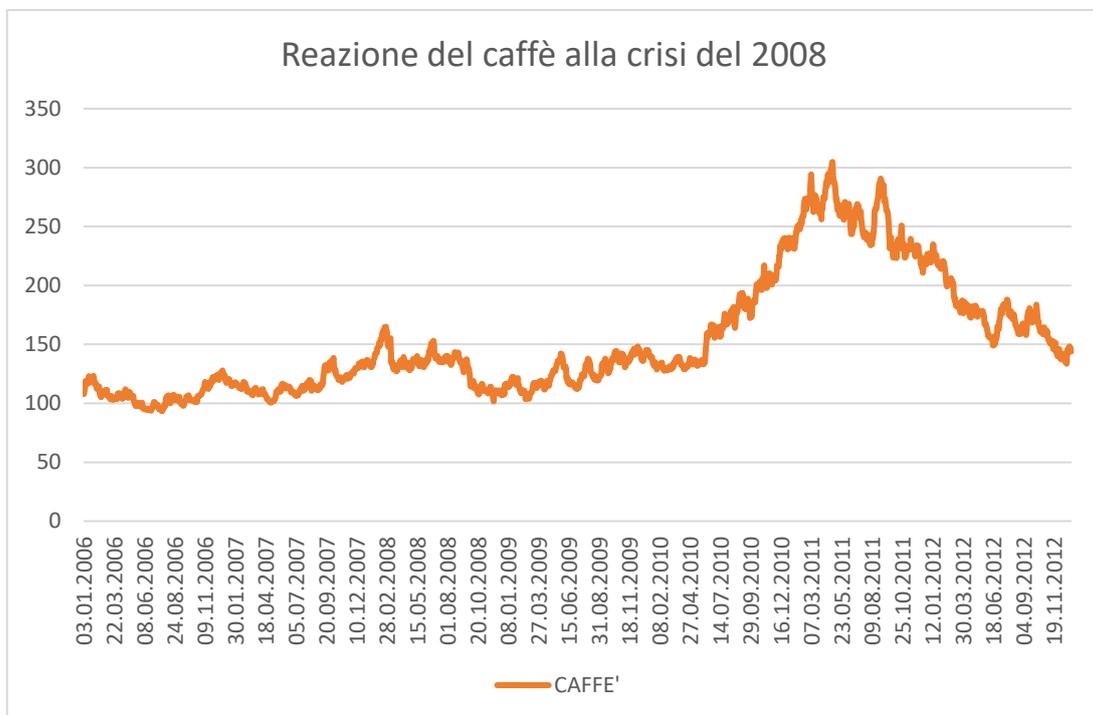
Inoltre un eccessivo indebitamento degli stati, portò alla necessità di erogazione di numerosi finanziamenti da parte dell'UE per evitare default statali. Si passò così dalla crisi finanziaria a quella del Debito Sovrano, affermatasi all'inizio del 2010, e che colpì in particolare i paesi del PIGS (Portogallo, Italia, Grecia e Spagna).

In questo contesto vi fu un enorme massa di liquidità finanziaria investita in beni rifugio, che ci aiuta a comprendere l'innalzamento del valore dell'argento del 2011 riscontrabile nel grafico qui sotto, i cui prezzi erano rimasti piuttosto stabili negli anni precedenti.



Discorso diverso invece deve essere fatto per il caffè, in quanto durante il periodo di crisi analizzato in questo capitolo, le peggiori conseguenze furono accusate dalle potenze già affermate nell'economia mondiale, mentre le economie emergenti come ad esempio Brasile, India e Cina non risentirono eccessivamente degli eventi dal punti di vista del PIL tant'è che in America

Latina l'aumento registrato passò dal 5,8% del 2007 al 4,6% confermando comunque un trend positivo. Ecco spiegato perché il prezzo del caffè, al contrario delle materie prime sopra citate, è rimasto pressoché costante nel periodo in questione, in quanto come precedentemente illustrato, l'offerta globale del caffè proviene principalmente dalle potenze dell'America Meridionale. Solo nel 2011 si verificò un notevole aumento del valore, ma la causa principale deve essere individuata nella diffusione delle attività di speculazione. [58] [59]



## 2.2 Crisi sanitaria Covid-19

*Il COronaVIrus Disease 19*, meglio conosciuto come Covid-19, è una malattia respiratoria acuta legata alla diffusione del SARS-CoV-2, micro-organismo appartenente alla famiglia dei coronavirus.

È stato senza dubbio, nostro malgrado, protagonista indiscusso nello scenario mondiale dal 2020 al 2022, classificandosi come responsabile della più disastrosa crisi sanitaria degli ultimi anni. A testimonianza di ciò, il 5

maggio 2022, l'OMS ('Organizzazione Mondiale della Sanità) ha affermato che *"L'intero bilancio delle vittime associato direttamente o indirettamente alla pandemia di Covid-19, tra l'1 gennaio 2020 ed il 31 dicembre 2021, è stato di circa 14,9 milioni (da 13,3 milioni a 16,6 milioni)"* [fonte: <https://tg24.sky.it/salute-e-benessere/2022/05/05/covid-mondo-morti>], contemporaneamente alla stessa data si contano più di 6 milioni di decessi per cause legate in maniera diretta alla malattia respiratoria e più di 500 milioni di contagiati nel mondo. L'ultima pandemia con cifre simili risale al 1918, quando l'Influenza spagnola fece registrare i primi casi per poi uccidere più di 25 milioni di persone, preceduta dall'influenza spagnola di inizio 1900 che fece contare più di 50 milioni di morti. In realtà però, ciò che ha distinto la diffusione del Covid, a differenza di quanto riscontrabile negli esempi precedenti, è che la crisi ben presto ha assunto un carattere globale, sfociando dall'ambito sanitario a quello sociale, economico, finanziario e generando conseguenze catastrofiche e cambiamenti irreversibili. [61] [62]

### 2.2.1 Cronistoria

Il primo drammatico evento che segna l'inizio della pandemia viene individuato con la conferenza stampa avvenuta il **31 dicembre 2019** della Commissione Sanitaria Municipale di Wuhan (Cina) in cui venne segnalata all'OMS la presenza di un gruppo sempre più esteso di individui affetti da una polmonite estremamente pericolosa per l'essere umano e con caratteristiche e cause sconosciute. Dieci giorni dopo venne identificata la sequenza genomica del virus e, dopo aver constatato che era altamente trasmissibile tra le persone, il **23 gennaio 2020** venne decretato il primo lockdown della storia per 60 milioni di persone nella regione cinese interessata. Di lì a poco il **21 febbraio 2020** si ebbe la conferma che il virus aveva varcato i confini asiatici, con l'Italia che constatò la presenza del primo positivo europeo e che a causa dell'esponenziale aumento dei contagiati, si trovò costretta il **9 marzo** ad accodarsi alle misure restrittive già in vigore in Cina, inaugurando anche per l'Occidente il periodo dei

lockdown. Nel giro di poco tempo la consapevolezza della gravità degli eventi pervase i mercati finanziari e l'**11 marzo** l'indice FTSEMIB registrò il peggior crollo della storia con -16,92% seguito pochi giorni dopo da Wall Street che andò incontro al calo giornaliero più grande dal 1987. Mentre il Covid conquistava anche gli Stati Uniti, Boris Johnson, primo ministro del Regno Unito, rilasciò dichiarazioni quanto meno allarmanti affermando che *"i cittadini avrebbero dovuto rassegnarsi all'idea di perdere i propri cari"*.

Dal punto di vista economico, da un lato la FED tagliò i tassi di interesse allo 0,25 e si impegnò ad acquistare titoli di stato e obbligazioni per 700 miliardi di dollari, dando luogo ad un programma di quantitative easing, con il fine di incrementare la liquidità sul mercato, mentre dall'altro le BCE seguì le stesse orme americane, stanziando dei fondi per 750 miliardi di euro da utilizzare come controffensiva alla crisi del momento.

Da marzo 2020 si alternarono periodi di restrizioni più o meno rigide in tutto il mondo, spesso con l'illusione per brevi periodi che l'emergenza sanitaria fosse superata, per poi ricadere in condizioni più allarmanti di quelle già vissute. Se è vero che la situazione migliorò gradualmente con la produzione dei primi vaccini, a bloccare l'euforia fu la diffusione di diverse varianti del virus che portarono la popolazione mondiale a combattere contro il Covid fino al 2022. [63]

Il grafico sottostante presenta l'incremento giornaliero di casi positivi dall'inizio della pandemia fino a maggio 2022. Si evidenzia l'andamento ondulatorio dei contagi che costrinse a periodi alternati di lockdown e aperture. [64]



Figura 3 fonte: <https://www.rainews.it/ran24/speciali/2020/covid19/world.php>

## 2.2.2 Conseguenze economiche

Le conseguenze negative apportate dalla diffusione della pandemia sono molteplici anche per quanto riguarda l'ambito economico.

Il primo intuitivo effetto delle restrizioni, infatti, è stato quello di generare un ***crollo dell'offerta*** generale, con il blocco più accentuato nel terziario che ha visto un blocco totale delle attività legate al turismo e alla ristorazione ma anche lo stop temporaneo di molti siti produttivi per il quale lo smart working non può porre nessun rimedio.

Nello stesso tempo è stato riscontrato anche un **calo della domanda**, legato ad un crollo dei consumi (trasporti, commercio al dettaglio, intrattenimento), seppur qualche settore come quello dell'hi-tech è andato incontro ad un trend completamente diverso, con una crescita esponenziale degli utenti di piattaforme per videochiamate, social network e piattaforme di streaming.

Contemporaneamente, come riportato sul sito della Consob, [65] si sono verificati due effetti a peggiorare ulteriormente la situazione: l'**effetto reddito** che consiste nel razionamento della retribuzione dei lavoratori (o in alcuni casi al licenziamento) determinando un abbassamento della ricchezza media e l'**effetto ricchezza** che ha analoghi effetti a causa dell'andamento negativo dei mercati e svalutazione conseguente dei titoli.

Lo sviluppo negativo del settore finanziario ha diffuso timore, ridotto ulteriormente la propensione al consumo e contemporaneamente generato un peggioramento della qualità del credito emesso dalle banche. [67]

Di seguito vengono presentati dati riguardo le variazioni di PIL avvenute nel 2020 e stimate del 2021 e 2022 aggiornati a settembre 2021 e divulgati dall'OCSE (Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico) [68]

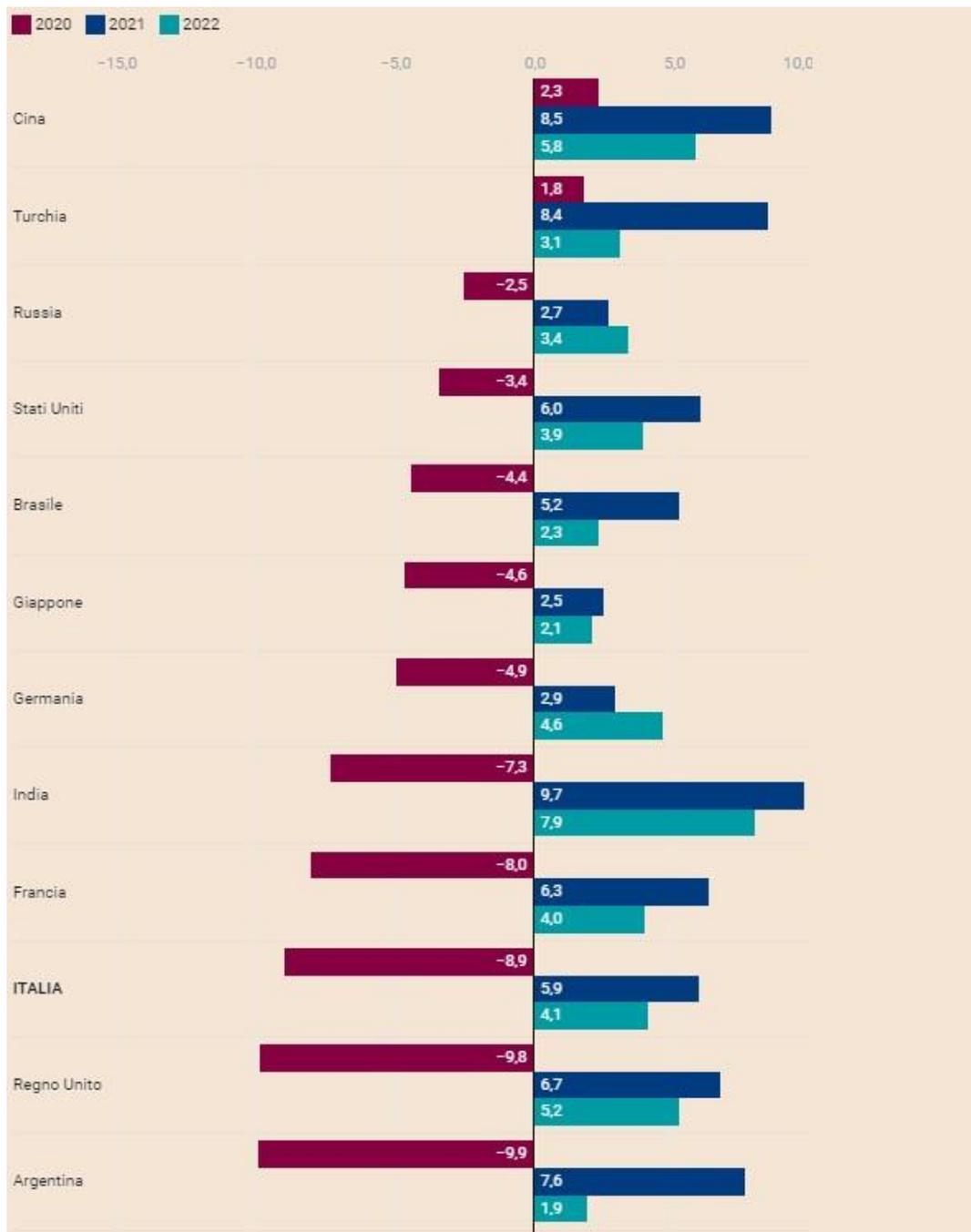


Figura 4 fonte: <https://www.ilsole24ore.com/art/ocse-pil-mondiale-supera-livello-pre-covid-l-italia-crescita-6per cento-AEN8C5j>

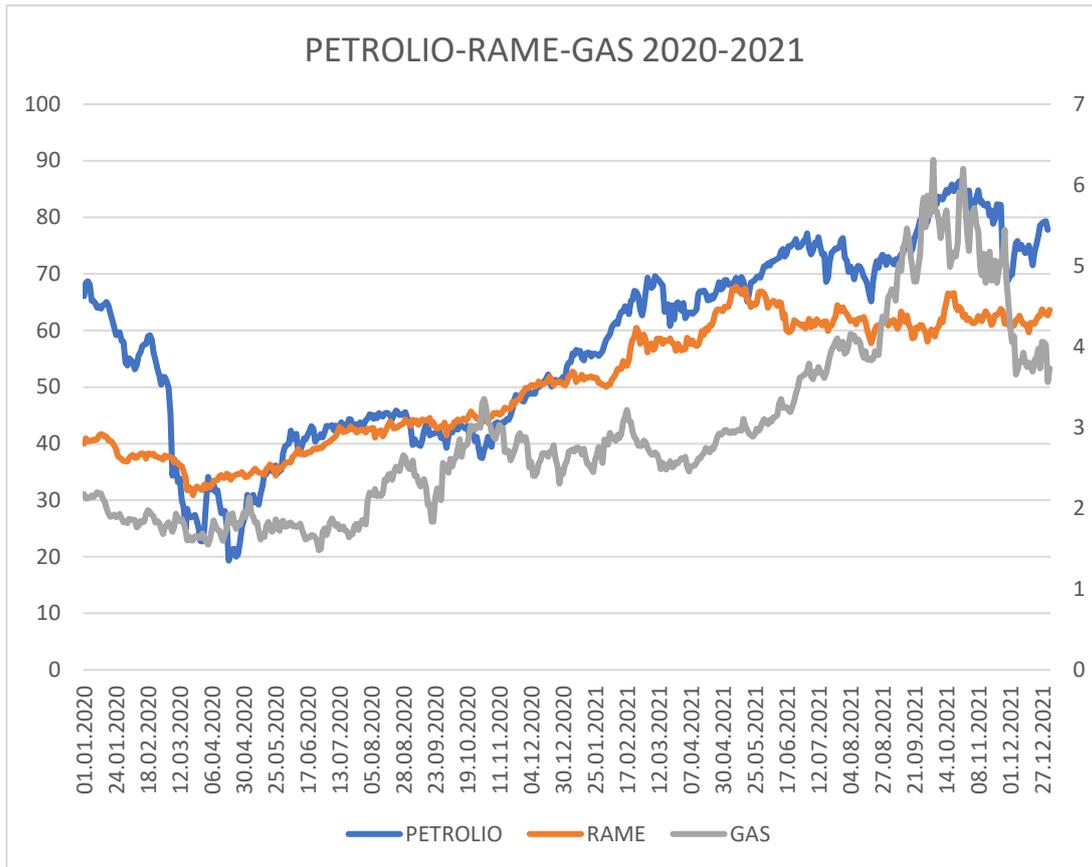
### 2.2.3 Effetti sulle materie prime

La risposta del mercato delle materie prime alla crisi pandemica può essere divisa in due fasi opposte. La prima, rappresentata dai primi mesi del 2020, quando l'intero mondo si preparava a chiudersi all'interno della propria abitazione dando luogo allo stop di ogni attività non essenziale che mai era

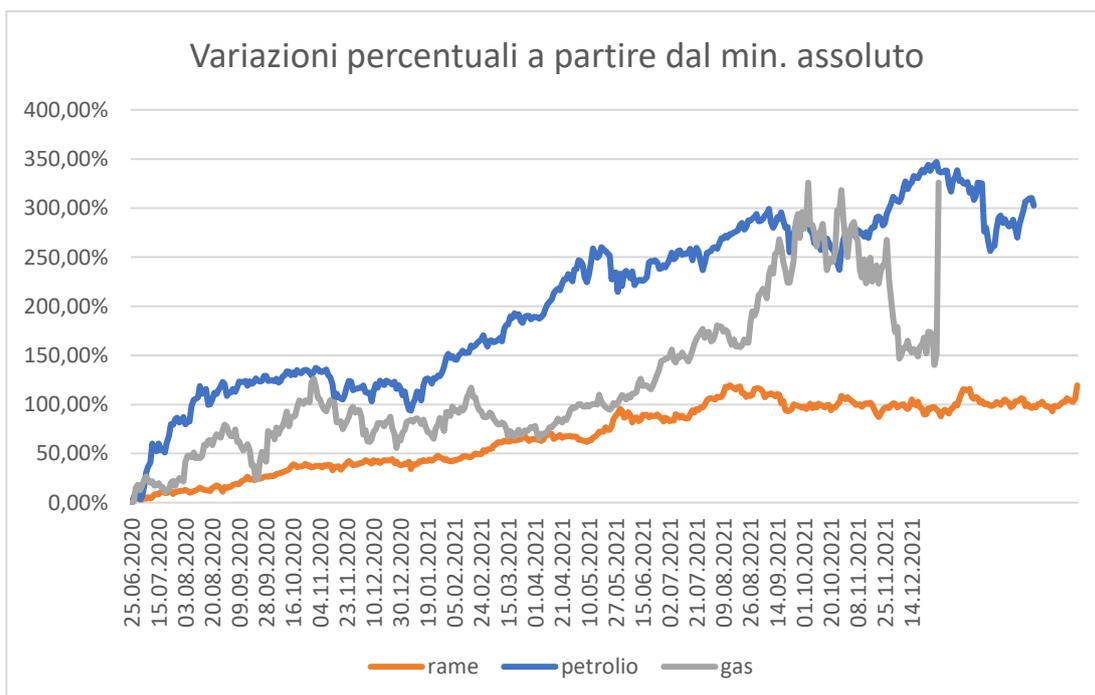
avvenuto nella storia, è caratterizzata da un crollo generale dei prezzi a causa dell'inaspettato blocco di domanda e offerta. Il secondo momento, che inizia invece dalla fine della primavera del 2020 per poi protrarsi fino a dicembre 2021, ha visto un rialzo generale dei prezzi delle commodities, fino a raggiungere quotazioni molto più alte rispetto al periodo pre-covid. Questo è accaduto a seguito di una ripartenza graduale della domanda non accompagnata da quella dell'offerta: alle crescenti richieste dei consumatori non vi è stata una pronta risposta di molti siti produttivi, e questo insieme alle interruzioni dei trasporti, hanno causato azzeramento del livello delle scorte e ritardi nelle consegne facendo schizzare verso l'alto le quotazioni dei beni.

### **2.2.3.1 Rame, petrolio e gas**

La prima potenza ad uscire parzialmente dai lockdown è stata la Cina, che come evidenziato nei capitoli precedenti, risulta essere il primo consumatore al mondo di rame, il secondo di petrolio e uno dei maggiori per quanto riguarda il gas. L'esigenza delle tre commodities citate non è stata soddisfatta completamente provocando un effetto domino all'interno della supply chain, con molti settori (come quello automobilistico), costretti a ridurre la produzione. Consultando il seguente grafico che mostra le quotazioni spot di petrolio, rame e gas sul NYMEX da gennaio 2020 fino a dicembre 2021, risulta subito evidente la spaccatura tra le due fasi di cui si è parlato sopra. Si usi la scala di destra per il valore di gas e rame mentre quella di sinistra per il petrolio. [69-70-71-72]



I minimi assoluti vengono raggiunti rispettivamente nel mese di marzo dal rame (2,16 \$/libbra), ad aprile per il petrolio (19,36\$/barile) e a giugno per il gas (1,48 \$/MMbtu). Partendo da questi valori ed esprimendo i valori in variazione percentuale, si ottiene il grafico qui sotto, che fornisce un'idea ancor migliore dello spropositato aumento dei prezzi.



### 2.2.3.2 Caffè e commodities agricole

Gli effetti del covid sul mercato delle commodities agricole sono stati invece decisamente minori rispetto alle altre materie prime e di lettura più difficile nel primo anno di pandemia. Infatti, come è riscontrabile dall'andamento del caffè dell'anno 2020, non vi è un trend né crescente né decrescente ben definito, bensì l'unico aspetto evidente è quello dell'aumento della volatilità.



Diversamente da ciò che è accaduto nell'anno precedente, il 2021 è caratterizzato invece da un forte aumento del prezzo del caffè che raddoppia il suo valore passando dai 120 \$/libbra di inizio anno ai 240 \$/libbra di dicembre 2021. Questo è legato a diversi fattori geopolitici, oltre all'aumento del *costo dei trasporti* connesso alla pandemia. [73-[74]

Il Brasile infatti, principale produttore di caffè, ha dovuto fronteggiare *nevicate e gelate* che hanno causato danni irreparabili a numerose piantagioni, generando una caduta della quantità prodotta a livello mondiale. A diminuire ulteriormente l'offerta sul mercato hanno contribuito l'aumento di temperatura in Colombia (terzo esportatore mondiale) che ha

generato la diffusione di *batteri nocivi* per le piante di caffè, e le *crisi politiche* in Etiopia e Vietnam. [75-76]

### 2.2.3.3 Argento e metalli preziosi

Discorso a parte invece vale per l'argento, seppur il suo andamento non è così lontano da quello delle commodities sopra descritte. Infatti, come nei casi precedenti, nel mese di marzo c'è un crollo del valore, fino a sfiorare i 12 \$/oncia. Ciò è dovuto principalmente alla necessità di liquidità da parte degli operatori del mercato, che in un primo momento hanno risposto alla crisi vendendo le proprie "riserve di oro bianco", aumentando vertiginosamente l'offerta rispetto alla domanda.

Dopo questo periodo transitorio però, il valore dell'argento come spesso accade nelle crisi, è schizzato verso l'alto a causa della propensione dei consumatori a rifugiarsi in beni sicuri (o beni rifugio) quando il mercato è dominato da incertezza. Ed ecco qui che ad agosto 2020, l'argento è arrivato a toccare i 29\$/oncia. Da qui prosegue il suo rally senza particolari oscillazioni.



## 2.3 2022-Guerra in Ucraina

### 2.3.1 Antefatti

Il 21 febbraio 2022 è la data entrata nella storia come inizio del confronto bellico tra le potenze della Russia e dell'Ucraina. Lo scoppio della guerra però rappresenta solo la punta dell'iceberg di una storia caratterizzata da numerose tensioni tra le due potenze che iniziarono con la caduta dell'Unione Sovietica nel 1991.

In quell'anno si ottenne la separazione in tre diverse potenze: Russia, Ucraina e Bielorussia. In realtà però, i tre stati rimasero inevitabilmente legati a livello culturale, grazie anche alla presenza di familiari di diverse nazionalità, tant'è che all'interno dei territori ucraini, parte della popolazione localizzata nei territori del *Donbass*, continuava a sentirsi più vicina alla cultura russa, continuando ad essere russofona. Diverse furono le rivolte susseguitesi negli anni. Essi sfociarono in un conflitto scoppiato nel 2014 e mai concluso, tra forze governative ucraine e separatisti filorussi, i quali dichiararono due repubbliche autonome indipendenti (Donetsk e Lugansk).

Ad accentuare ancora di più la spaccatura creata, fu la dichiarazione da parte dell'Ucraina di essere annessa alla *NATO*, alleanza difensiva che unisce USA, Canada, Turchia e i più importanti paesi dell'Europa. Questo episodio generò ulteriore instabilità all'interno del panorama geopolitico, dato che l'Ucraina era stata individuata come stato-cuscinetto neutrale dalla fine della Seconda guerra mondiale tra le forze europee e quelle russe.

Le tensioni sfociarono nello scoppio del conflitto avvenuto il 24 febbraio 2022, giorno in cui Putin annunciò un' "operazione militare speciale", ordinando l'invasione dei confini ucraini e attacchi aerei verso le principali città. Al momento in cui scrivo purtroppo le ostilità non si sono ancora concluse, ma al contrario si contano già migliaia di vittime e la partecipazione indiretta nel conflitto delle più grandi potenze mondiali come USA ed Europa, attraverso aiuti bellici, ma anche tramite pacchetti di

sanzioni economiche contro la Russia. L'obiettivo di questo elaborato rimane comunque quello di catturare gli effetti dei primi mesi della guerra sull'economia mondiale e in particolare sul mercato delle materie prime, come già fatto per le crisi precedenti. Nel far questo l'analisi si concentra sulle conseguenze riscontrabili fino al 31/03/2022. [77]

### **2.3.2 Effetti economici**

Oltre alle disastrose conseguenze umanitarie, l'inizio del conflitto ha generato panico e incertezza all'interno dei mercati finanziari, con un crollo generale di tutti gli indici di borsa mondiali. Inoltre, molte potenze mondiali hanno adottato sanzioni economiche nei confronti dello stato russo, con conseguenti effetti sull'economia globale.

Tra queste troviamo: [78] [79]

- L'esclusione delle banche russe dal sistema finanziario del Regno Unito, con congelamento dei beni sovietici
- Divieto da parte degli USA di importare gas e petrolio provenienti dalla Russia (con il Regno Unito che ha annunciato di voler seguire le stesse orme entro fine 2022 e l'Europa entro il 2030)
- Divieto di beni di lusso come aerei, auto e gioielli alla popolazione russa
- Divieto imposto alle compagnie aeree russe di volare sopra i territori di USA, Canada, UE e UK
- Impedimento verso diverse banche russe all'utilizzo di SWIFT, strumento necessario per convertire il rublo in moneta estera
- Sanzioni imposte ad oligarchi riconducibili alla cerchia di Putin
- Divieto di esportare in Russia beni in qualche modo collegati al settore bellico

- Tassazione del Giappone sull' export verso Mosca di componenti elettronici
- Numerose multinazionali come McDonalds, Apple, Mercedes, Accenture, PwC e Alcoa (produttrice di alluminio) hanno abbandonato il territorio russo

Di tutta risposta, il sovrano russo Putin ha reagito con la stipula di una black list di potenze mondiali identificate come nemiche dello stato e con delle regole ad hoc come controffensiva:

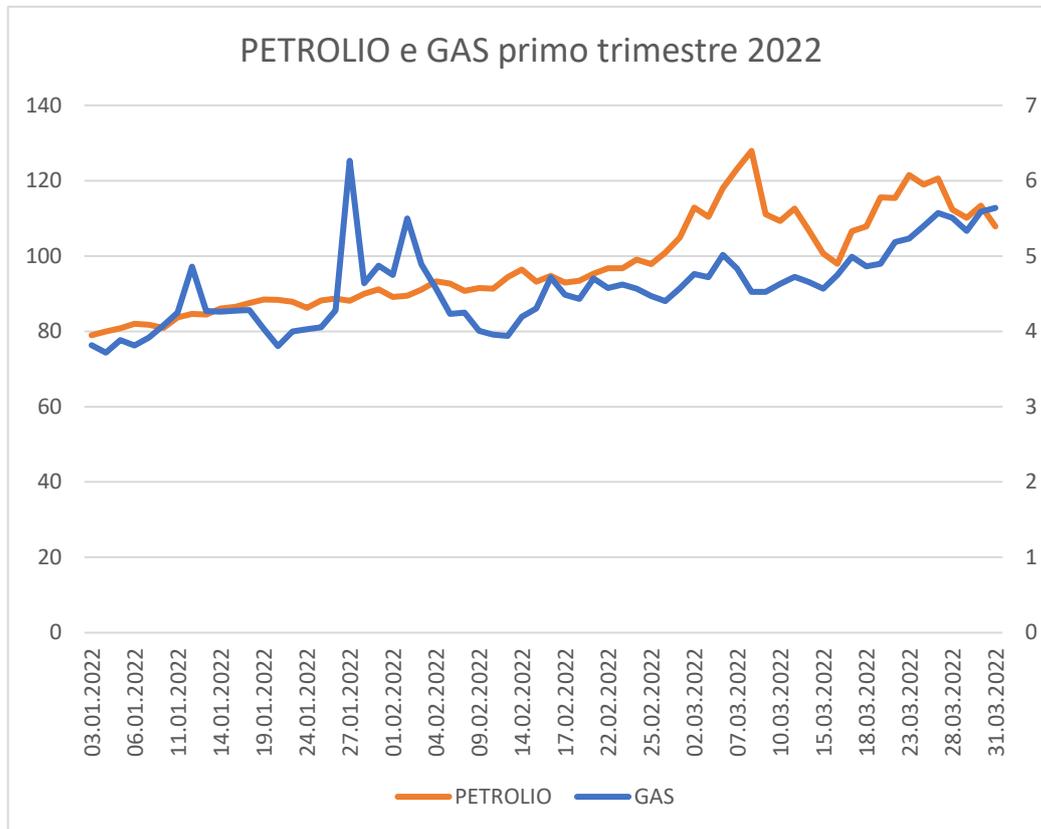
- Rimborso in rubli verso i creditori esteri, banche o imprese che siano (con il valore corrente della moneta equivale ad un default)
- Regole restrittive per i visti stranieri
- Leggi estremamente punitive contro coloro che divulgano "false notizie" sul governo di Putin e sulla guerra; il che si traduce in un'esortazione agli stranieri presenti in terra russa a rimpatriare

Inoltre, con la minaccia seppur ancora non concretizzata, di interrompere l'esportazione delle principali fonti di energia, Putin sta costringendo l'UE (particolarmente dipendente dalla Russia in quest'ambito) e il resto del mondo a scendere a compromessi e trattative.

A subire le conseguenze più gravi, infatti, è proprio l'Unione Europea visto che il gas naturale, che rappresenta il 20% circa del totale delle fonti di energia europee, è importato per il 40% dallo stato di Mosca, e contemporaneamente il 97% del petrolio consumato viene acquistato dall'estero e quello russo arriva a coprire circa il 25% delle importazioni totali.

Questi primi dati, accompagnati dal fatto che la potenza guidata da Putin si configura come prima al mondo per riserve di gas presenti sul territorio, seconda come produttrice, e seconda come esportatrice di petrolio dopo l'Arabia Saudita (vedi capitolo 1.3.3 e 1.3.4), ci permettono di spiegare

l'influenza che il conflitto bellico sta avendo sulle quotazioni delle materie prime. Si riporta un grafico descrittivo della situazione del primo trimestre 2022 con la scala di sinistra che esprime il prezzo del petrolio in \$/barile e quella di destra il prezzo del gas in \$/MMbtu.



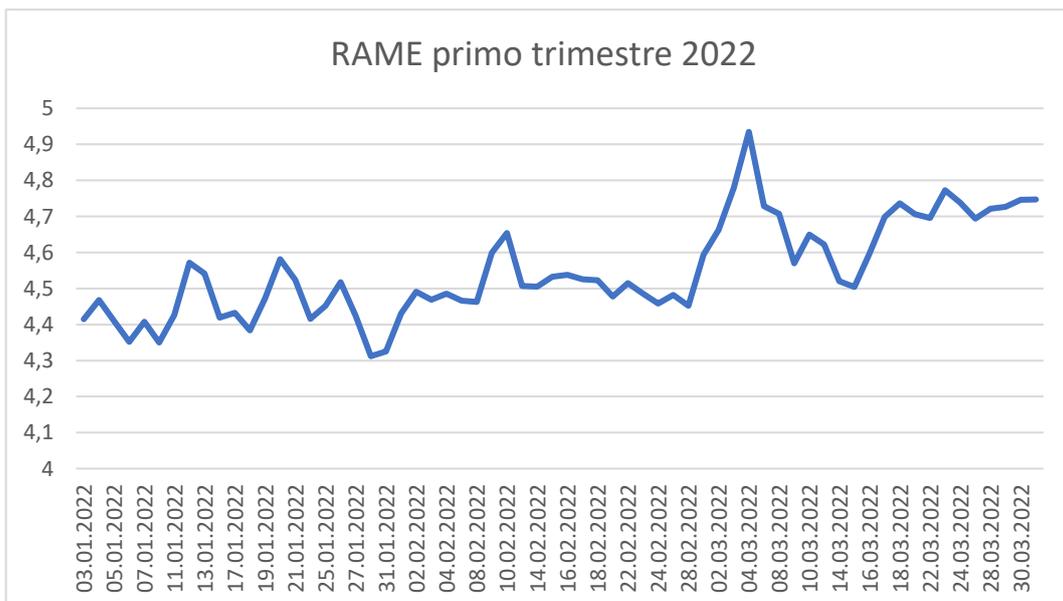
Emerge immediatamente che in entrambi casi, a causa della carenza dell'offerta, i prezzi sono schizzati verso l'alto con petrolio e gas che hanno raggiunto il loro massimo storico dal 2008, superando rispettivamente i 125\$/barile e i 6,25\$/MMbtu con un incremento percentuale del 61% e 64% dai valori di inizio anno.

La corsa ai ripari, per evitare un effetto a catena su altri settori come avvenuto nella crisi del 2008, è strutturata in diversi passaggi. La prima risposta è stata quella dell'International Energy Agency (IEA), agenzia intergovernativa il cui fine è quello di assicurare un regolare approvvigionamento energetico dei paesi aderenti attraverso politiche ad-hoc, che nel caso specifico, ha decretato di mettere a disposizione parte delle riserve di "oro nero" accumulate per sopperire all'eccesso di domanda.

In secondo luogo, si sta cercando di trovare produttori alternativi alla potenza ex-sovietica, e questo tentativo ha portato a sedersi ad un tavolo di trattativa i rappresentanti degli USA con quelli dell'Iran e del Venezuela (storicamente ostili dello stato a stelle e strisce). Inoltre, i Paesi dell'OPEC (Organizzazione dei Paesi esportatori di petrolio) si stanno muovendo per evitare eccessive oscillazioni di prezzo della materia prima, riducendo la capacità produttiva non utilizzata.

Per quanto riguarda l'approvvigionamento di gas naturale invece, che interessa particolarmente l'Italia in quanto è importato per il 38% dalla Russia, la situazione appare più complessa, poichè non vi è nessun modo che nell'immediatezza possa ovviare al problema dell'innalzamento del prezzo e alla potenziale minaccia di Putin di "chiudere i rubinetti". Per questo ci si sta muovendo da un lato, attraverso la diplomazia tentando di evitare il blocco del funzionamento dei gasdotti, dall'altro si stanno cercando forme sostitutive di energia e a tal proposito si sta rivalutando l'idea di introduzione del nucleare.

Anche le quotazioni dei metalli hanno risentito dello scoppio della guerra, raggiungendo vette assolute mai viste prima, come nel caso del rame il cui valore ha superato i 4,9\$/libbra il massimo assoluto del nuovo secolo!



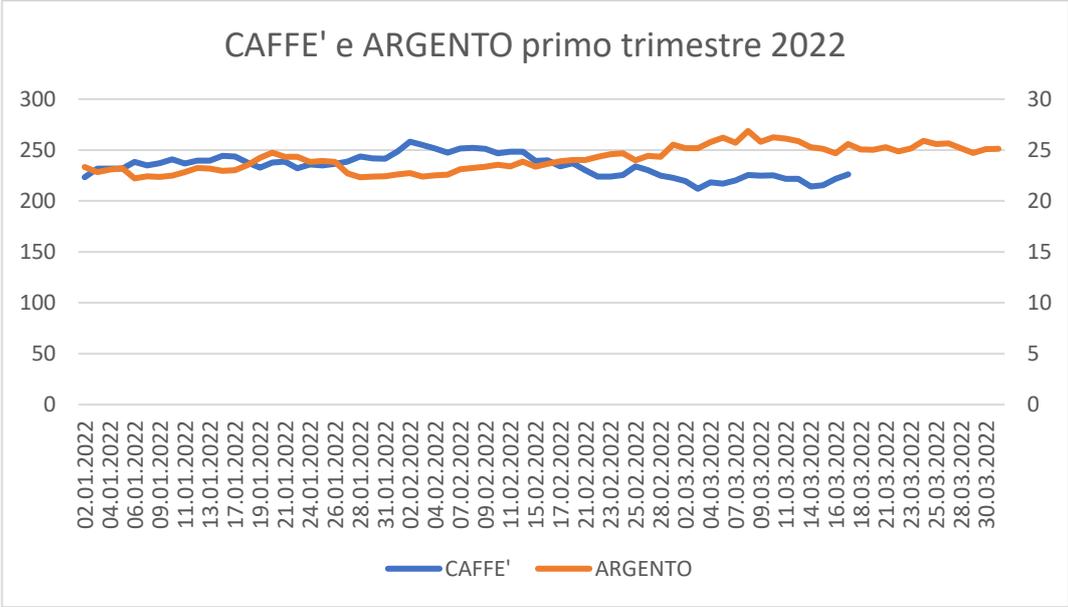
Questo potrebbe essere parzialmente giustificato, in quanto analogamente a quanto visto sopra per gas e petrolio, la Russia è uno dei principali

produttori, inserendosi nella top ten (vedi capitolo 1.3.2). In realtà però, come è stato spiegato precedentemente, il rame è soprannominato "Doctor Copper" in quanto il suo valore è spesso indicativo per comprendere lo stato dell'economia globale. Leggendo le sue quotazioni in quest'ottica i dati appaiono allarmanti, in quanto sembrerebbe di trovarsi davanti ad un periodo di stagflazione. (In economia con il termine stagflazione, si indica la situazione nella quale sono contemporaneamente presenti nello stesso mercato, sia un aumento generale dei prezzi, sia una mancanza di crescita dell'economia in termini reali (*fonte: www.wikipedia.com*)).

A proposito delle materie prime agricole, la chiusura di porti, i problemi dei trasporti, la riduzione della produzione e il reindirizzamento dei finanziamenti verso settori bellici, hanno influenzato negativamente l'offerta causando un forte innalzamento dei prezzi generali come nel caso di avena e grano.

Ciò nonostante, le quotazioni del caffè, commodity scelta in questo elaborato come "simbolo" della categoria, sono rimaste pressochè invariate, in quanto non vi sono stati effetti rilevanti, né sulla produzione, né sul consumo, riconducibili allo scontro armato.

Discorso analogo viene fatto per l'argento. Le cui oscillazioni non si presentano eccessivamente pronunciate nel primo trimestre 2022. Nel grafico qui sotto, la scala a destra esprime il prezzo dell'argento \$/oncia e quella di sinistra il caffè in \$/libbra. [80] [81] [82] [83]



### 3 Teorie di economia finanziaria

Per studiare a fondo il mercato delle commodities, si è pensato di introdurre in questo capitolo una serie di nozioni fondamentali per comprendere il funzionamento dei mercati finanziari in generale, introducendo il concetto di efficienza di mercato e alcune teorie sulla formazione dei prezzi.

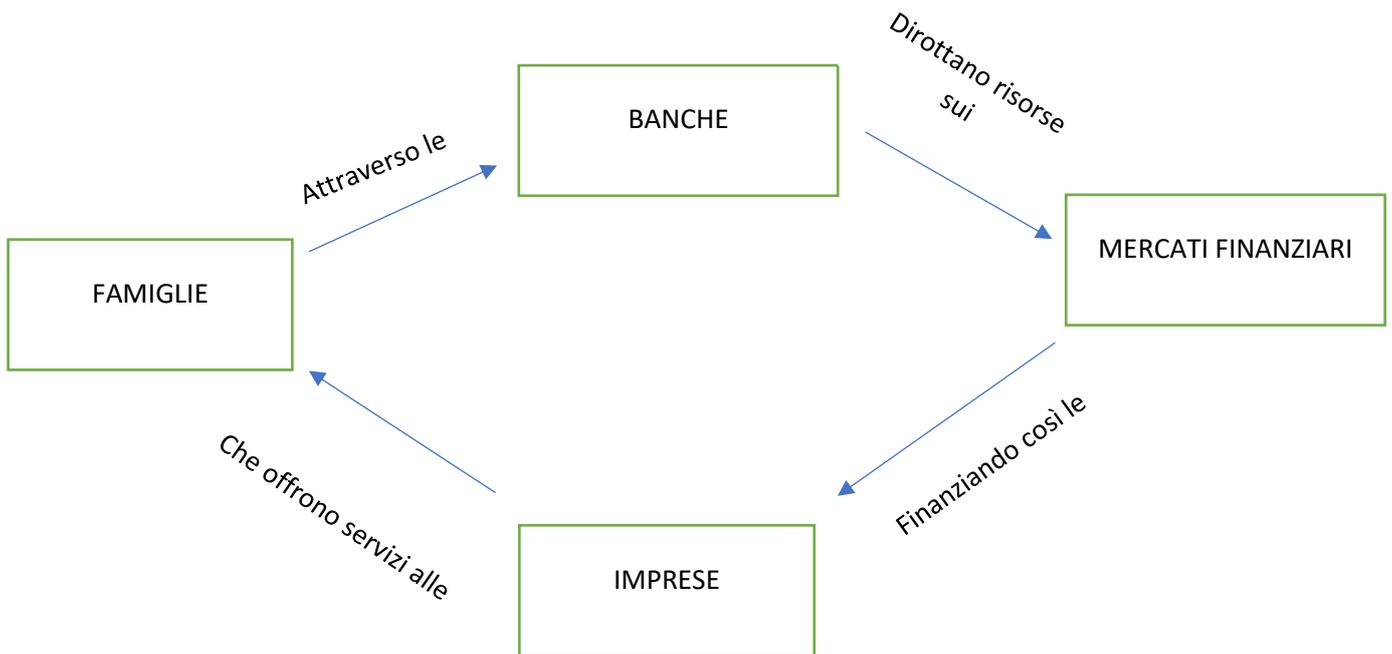
Queste ultime saranno da considerare come punto di partenza per le analisi che vengono affrontate nei capitoli successivi.

#### 3.1 L'efficienza nei mercati finanziari

Il **mercato finanziario** rappresenta il luogo nel quale si realizzano le operazioni di contrattazione e scambio di strumenti finanziari di varia natura, a medio o lungo termine. [84]

Un moderno sistema finanziario svolge varie funzioni principali tra cui:

- facilitare il flusso di risorse dalle unità in surplus a quelle in deficit.
- fornire liquidità agli investitori svincolando la durata degli investimenti dalla scadenza dei titoli (un operatore può decidere di acquistare un titolo per poi rivenderlo prima della scadenza).
- mostrare prezzi univoci agli operatori, raccogliendo ed elaborando le informazioni disponibili.
- permettere tramite gli strumenti derivati, il trasferimento di rischi da un operatore all'altro in cambio di denaro.
- separare i capitali reali (come macchinari ed impianti), da quelli finanziari. Infatti, sebbene i primi siano finanziati spesso dai secondi, le azioni di un'azienda possono essere facilmente vendute, garantendo flessibilità e liquidità, mentre recuperare il denaro investito sul capitale reale, comporta procedure più complesse (ad esempio trovare un'acquirente disposto a pagare abbastanza) conferendo a questo tipo di beni rigidità e illiquidità.



Proprio a tal proposito è necessario specificare che spesso vi è una discordanza tra i valori e i redditi contabili con i quali si misurano le performance delle attività reali, con i rendimenti delle attività finanziarie. Questo accade perché le prime sono *backward looking*, ovvero sono il risultato di quanto già successo, mentre le seconde sono *forward looking*, cioè sono influenzate dalle aspettative dei risultati che saranno raggiunti in futuro.

Ciò nonostante, affinché il mercato finanziario funzioni correttamente, è opportuno che lo spostamento delle risorse avvenga con la **massima efficienza possibile**. Ma cosa vuol dire essere efficienti? Innanzitutto, occorre precisare che ci sono tre diverse tipologie di efficienza riferita ai mercati finanziari, che sono le seguenti:

- **Efficienza allocativa-funzionale:** riguarda la capacità di trasferire le risorse finanziarie ed i rischi in modo da soddisfare in maniera ottimale gli obiettivi dei diversi operatori. In particolare, un mercato si definisce efficiente in questo senso, se alloca i flussi finanziari alle unità in deficit, andando a scegliere quelle più promettenti, cioè

quelle che saranno probabilmente più redditizie. Se ciò avviene, si ha da parte del mercato una miglior capacità di contribuire alla crescita economica globale e/o nazionale. Come intuitivo quindi, questo tipo di efficienza è difficilmente valutabile nell'immediatezza, ma sono necessarie analisi a posteriori.

- **Efficienza tecnico-operativa:** si tratta della proprietà del mercato di consentire a qualsiasi investitore di compiere qualsiasi operazione pagando il minimo dei costi di transazione e in tempi brevi. È quindi strettamente connessa con il ruolo degli intermediari finanziari e in particolare quello delle banche e può essere diversa da stato a stato.
- **Efficienza informativa:** definita anche **information-arbitrage efficiency**, è la capacità del mercato di elaborare le informazioni rilevanti per gli operatori e renderle immediatamente pubbliche attraverso i prezzi. Si suppone quindi che le quotazioni presenti includano la totalità delle informazioni necessarie

Il concetto di efficienza che riveste maggior importanza in questa sede è senza dubbio quest'ultimo, in quanto fondamentale per comprendere i processi di formazione dei prezzi.

### **3.2 Efficienza informativa e formazione dei prezzi**

La definizione di mercato efficiente a livello informativo fornita da Eugene Fama, premio Nobel per l'economia, è la seguente: *"un mercato finanziario è efficiente se i prezzi riflettono sempre pienamente le informazioni disponibili"*.

Con i suoi studi Fama ha cercato di dimostrare concretamente attraverso analisi quantitative l'efficienza di specifici mercati, basandosi su quattro presupposti fondamentali:

- Ipotesi di concorrenza perfetta;
- Assenza di costi di transazione;
- Impossibilità da parte dei singoli operatori (anche grandi), di influenzare da soli i processi di formazione dei prezzi. Nella realtà questa ipotesi non è sempre vera in quanto è stato dimostrato che alcuni gestori di hedge funds e grandi banche internazionali attraverso specifici accordi, sono in grado di generare effetti rilevanti sulle quotazioni presenti sui mercati;
- Tutti gli operatori ottengono le stesse informazioni nello stesso momento.

Si tratta quindi di principi forti, che non sempre trovano riscontro nella realtà, ma sono utili per spiegare almeno teoricamente alcuni concetti finanziari:

1) In un mercato dotato di efficienza informativa si ha che i prezzi di mercato sono l'aggregazione delle valutazioni fornite dagli operatori in seguito alle informazioni presenti in uno specifico momento.

2) In questo contesto è intuitivo quindi che le quotazioni cambiano solo alla presenza di nuove informazioni, che arrivano per definizione in maniera assolutamente casuale.

3) Di conseguenza anche le variazioni dei prezzi risultano essere casuali.

4) Risulta quindi impossibile progettare una strategia di investimento finanziario che, partendo dall'osservazione storica dei prezzi, ottenga sistematicamente un profitto positivo.

Per verificare quanto detto, Fama ha utilizzato il concetto di *excess return* definito come la differenza tra il rendimento legato ad un titolo in due istanti

consecutivi  $t$  e  $t+1$  meno il rendimento del titolo calcolato attraverso il valore atteso del suo prezzo in  $t+1$  stimato grazie a tutte le informazioni possedute  $t$ .

In formule: 
$$\varepsilon_{t+1} = \frac{P_{t+1} - P_t}{P_t} - \frac{P_{t+1} - E[P_{t+1} | \phi_t]}{P_t}$$

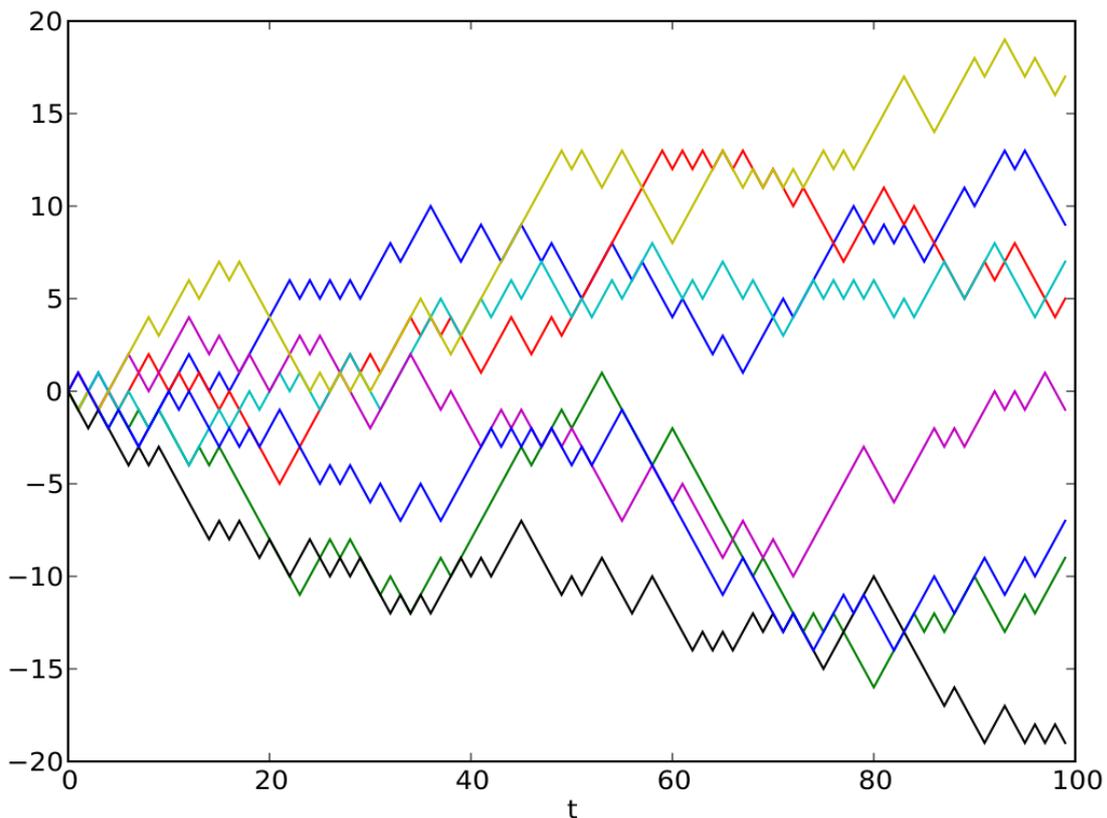
Con  $\phi_t$  che rappresenta l'insieme delle informazioni disponibili al tempo  $t$  e  $P_t$  è il prezzo del titolo al tempo  $t$

L'efficienza è verificata quando il valore atteso *dell'excess return* in  $t+1$ , data l'informazione presente in  $t$  è uguale a zero.

$$E[\varepsilon_{t+1} | \phi_t] = 0$$

Con questi presupposti, trattando le variazioni di prezzi come variabili indipendenti identicamente distribuite, Fama ha utilizzato il **modello Random Walk** per le analisi. Chiamato anche **passeggiata aleatoria o cammino dell'ubriaco**, il random walk rappresenta la formalizzazione dell'idea che i prezzi procedano a passi successivi in direzioni casuali, imprevedibili e paragonabili proprio alla passeggiata di un ubriaco. I processi random walk hanno:

*la proprietà di essere senza memoria e quindi la conoscenza degli stati passati in cui si è trovato il sistema non è utile per predire lo stato futuro(1)*



*In figura sono presenti otto esempi di random walk in funzione del tempo (fonte [https://it.wikipedia.org/wiki/Passeggiata\\_aleatoria](https://it.wikipedia.org/wiki/Passeggiata_aleatoria))*

Per comprendere meglio questo concetto, è possibile pensare al lancio di una moneta ripetuto 5 volte: se le prime 4 volte è uscito testa, la probabilità che la quinta volta esca di nuovo testa è sempre del 50% perché ciò che è successo in precedenza è indipendente da quello che succederà in futuro (sempre che la moneta non sia truccata).

In altre parole, tornando all'ambito finanziario, **la conoscenza dell'andamento storico delle quotazioni non è utile per predire i prezzi futuri.**

Ciò nonostante, è necessario sottolineare un'altra proprietà per evitare di incorrere in errori. Infatti, i processi random walk, hanno la proprietà di essere anche dei processi **martingala** la cui definizione è la seguente:

“Nella teoria della probabilità, una **martingala** è un processo stocastico  $X_t$  indicizzato da un parametro crescente  $t$  (spesso interpretabile come tempo), con la seguente proprietà: per ogni  $s \leq t$  l’attesa di  $X_t$  condizionata rispetto ai valori di  $X_r$ , con  $r \leq s$  è uguale ad  $X_s$ ” [85]  
(Fonte: [https://it.wikipedia.org/wiki/Martingala\\_\(matematica\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Martingala_(matematica)))

Per comprendere meglio la definizione, viene fornito un esempio concreto:

Si ipotizzi di avere una variabile  $X_n$  che rappresenta il denaro posseduto da un individuo, che gioca  $n$  volte a testa e croce, scommettendo sempre testa. Si avrà che il valore atteso del denaro posseduto dopo il primo lancio di moneta, sarà uguale al valore atteso del denaro posseduto dopo il secondo lancio. Questo accade perché il processo del lancio di una moneta è esprimibile con una distribuzione binomiale il cui valore atteso è pari ad  $n \cdot p$ , dove  $n$  è pari al numero di prove e  $p$  è pari alla probabilità di successo di ogni evento.

A questo punto è intuitivo pensare che il valore atteso di  $X_n$ , cioè dei soldi dell’individuo dopo  $n=10$  lanci, con l’ipotesi che la moneta non sia truccata e quindi vi sia il 50% di probabilità di vincita, sia semplicemente pari a  $X_0$ , cioè al denaro iniziale posseduto dell’individuo prima di iniziare a giocare. L’aspetto da attenzionare è però che, nonostante quanto appena detto, se dopo  $m=5$  lanci, sappiamo che l’individuo vincendo (o perdendo) ripetutamente ha ottenuto un saldo pari ad  $X_m$ , **allora questo valore sarà l’aspettativa più ragionevole del denaro che avrà l’individuo dopo  $n=10$  lanci.** Tale proprietà è detta appunto martingala

Tornando al mondo dei mercati quello che è importante evidenziare è che, se da un lato è valida la proprietà (1) e quindi l’andamento storico dei prezzi non è utile per predire quelli futuri, dall’altro è vero che:

la migliore aspettativa sul prezzo al tempo  $t+1$  è rappresentata dal prezzo al tempo  $t$ . (2)

**Riassumendo:**

***-la probabilità condizionale degli stati (prezzi) futuri dipende unicamente dallo stato (prezzo) corrente ed è indipendente dagli stati (prezzi) passati del sistema.***

***-Il prezzo corrente, include l'insieme delle informazioni relative al titolo in analisi ma non per forza equivale al valore reale dell'impresa.***

***-Nonostante il prezzo corrente sia la miglior previsione possibile per ciò che accadrà in futuro non ne è necessariamente una perfetta anticipazione.***

La teoria di Fama descrive inoltre tre livelli progressivamente crescenti di efficienza informativa, in base al significato che si intende dare al concetto di informazione:

- ***Forma debole:*** l'informazione è limitata alla serie storica dei prezzi azionari passati, che è il dato pubblico più diffuso e facilmente conoscibile agli operatori.
- ***Forma semi-forte:*** l'informazione comprende l'intero insieme dei dati pubblicamente disponibili, inclusi i bilanci, le notizie stampa, i dati macroeconomici, finanziari e settoriali.
- ***Forma forte:*** l'informazione comprende tutti i dati, anche quelli non pubblicamente disponibili (insider information).

### 3.3 Analisi dell'efficienza nel mercato delle commodities

Per verificare l'efficienza informativa nei mercati finanziari è possibile utilizzare diverse tecniche. In questa sede si è scelto di compiere un'analisi struttura in due fasi, ma che vede protagonista in entrambe lo strumento statistico della **regressione**. Tramite questo, è possibile stimare un'eventuale relazione funzionale esistente tra una variabile dipendente  $Y$  e tra una (o più) variabili indipendenti  $X_1, X_2, X_3$  ecc. Tutte le regressioni sono state svolte attraverso l'utilizzo di Excel.

In primo luogo, si sono ricavati i log rendimenti a partire dai prezzi futures tramite la formula:  $\ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$ . Quindi si è scelto di operare seguendo un modello di regressione lineare del tipo:

$$Y_i = A + \beta * X_i + u_i \quad i = 1, \dots, n$$

Con:

$Y_i$  = variabile dipendente

$A$  = intercetta

$\beta$  = pendenza della retta

$X_i$  = variabile indipendente

$u_i$  = errore di regressione

$n$  = numero di osservazioni

Nella prima parte le variabili dipendenti rappresentano  $r(t)$  ovvero il log rendimento ad una determinata data  $t$ , mentre le variabili indipendenti corrispondono a  $r(t-2)$ , cioè a log rendimento due istanti di tempo

precedenti, (esempio:  $r(t)$  è uguale al log rendimento del caffè il giorno 30/01/200 e  $r(t-2)$  è pari al log rendimento del caffè il giorno 28/01/2000).

Con questi presupposti, si è voluto testare l'ipotesi nulla  $H_0$  tale per cui  $\beta$  sia pari a zero contro l'ipotesi alternativa  $H_1$  che  $\beta$  sia diverso da zero

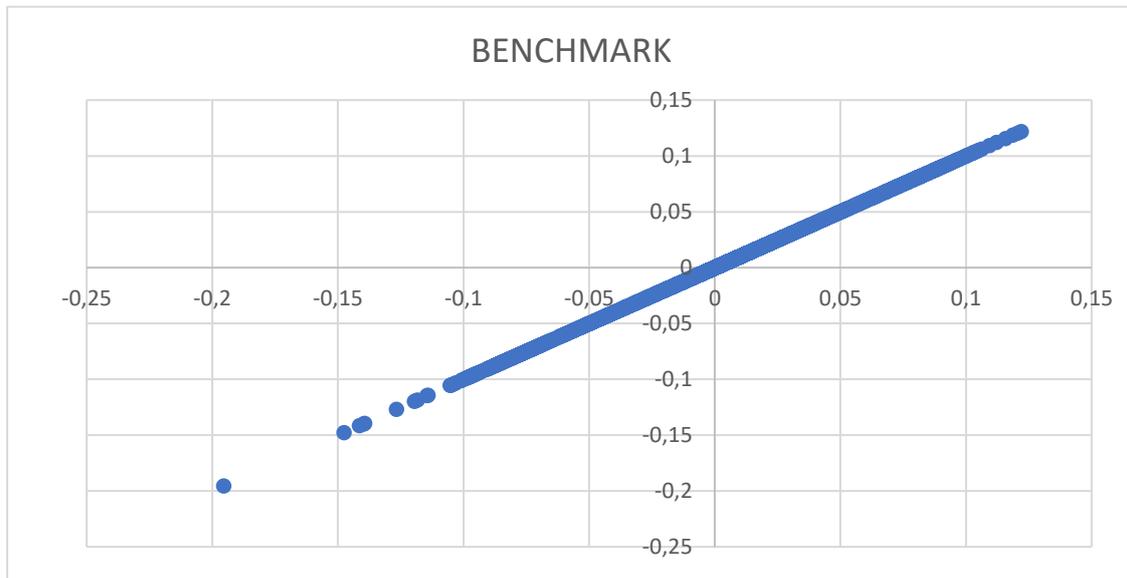
$$\begin{cases} H_0: \beta = 0 \\ H_1: \beta \neq 0 \end{cases}$$

Infatti,  $\beta$  rappresenta l'effetto causale su Y di una variazione unitaria di X, e dimostrando che non si può rifiutare l'ipotesi nulla, tale per cui essa sia uguale a zero, automaticamente diventa lecito pensare che non vi sia correlazione tra  $r(t)$  e  $r(t-2)$ . Si è scelto un **livello di significatività** del test pari ad  $\alpha = 5\%$  che rappresenta la probabilità predeterminata di rifiutare in modo errato l'ipotesi nulla quando invece è corretta.

Per compiere queste considerazioni senza commettere errori, occorre osservare i seguenti valori di output della regressione:

- **A** e  **$\beta$**  stime dei coefficienti della retta di regressione. Quanto più  $\beta$  è piccolo, quanto più sarà minima la relazione tra X e Y.
- **p-value**, cioè la probabilità di rifiutare erroneamente l'ipotesi nulla quando essa è vera. Se  $p > \alpha$  allora l'ipotesi nulla non può essere rifiutata.
- la statistica **t di Student**, utile per i test di differenza tra medie. Essendo il percentile relativo al 95% pari a 1,96, si ha che se  $-1,96 < t < 1,96$  allora non è possibile rifiutare l'ipotesi nulla.
- l' **$R^2$**  della regressione, che misura la frazione della varianza di Y spiegata da X; è un valore che può variare tra 0 e 1, e più si avvicina a valori piccoli più suggerisce manca di relazioni tra Y e X.

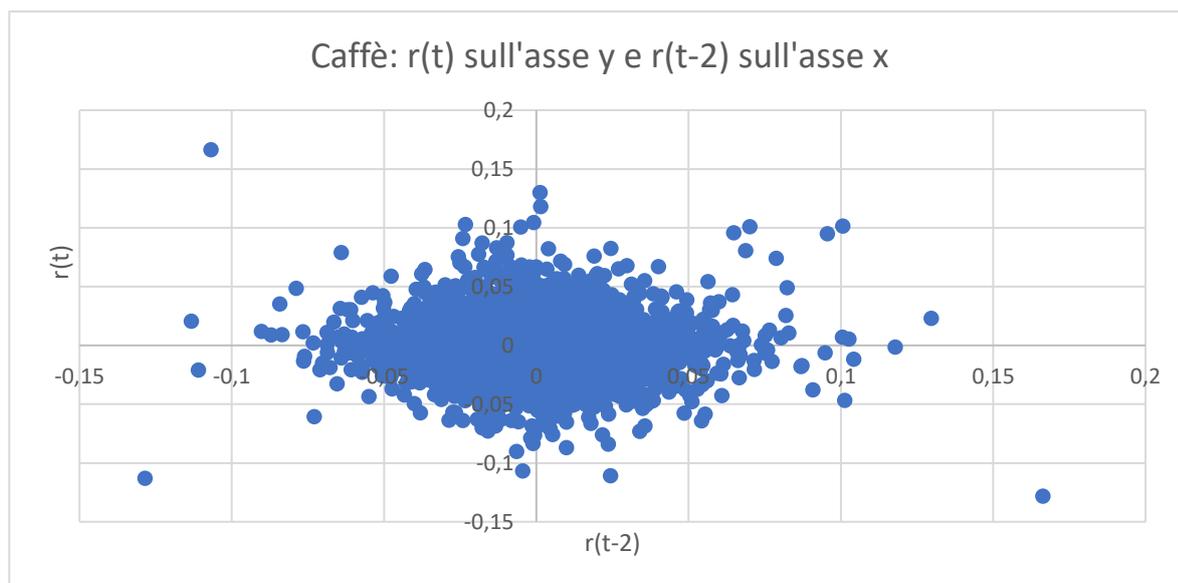
- Il grafico di dispersione che lega Y ad X. Il benchmark in cui vi è perfetta correlazione tra Y e X, con  $Y=X$  è riportato qui sotto:



Di seguito invece sono presentati i risultati ottenuti con l'analisi del caffè.

	<i>Coefficienti</i>	<i>Errore standard</i>	<i>Stat t</i>	<i>p-value</i>	$R^2$	Osservazioni
Intercetta	0,00011464	0,000285897	0,40100039	0,68843521	0,00026678	5575
Variabile X1	-0,02112363	0,013393487	-1,5771572	0,11481611		

Per quanto riguarda questa materia prima, tralasciando i valori relativi all'intercetta, quello che emerge subito è un valore molto piccolo del coefficiente  $\beta = 0,0211$ . In aggiunta a ciò, il *p-value* è pari a 11,48% che è maggiore di 5% e contemporaneamente *t* è uguale a -1,57, compreso tra l'intervallo (-2,58;+2,58). Inoltre, il valore dell' $R^2$  è di 0,000267, che testimonia come solo una piccola percentuale della varianza di Y sia dimostrabile con X. Questi risultati ci portano a concludere che non è possibile rifiutare l'ipotesi nulla  $H_0$ . Infine, il seguente grafico di dispersione a nuvola molto diverso dal benchmark, evidenzia come non vi sia alcuna relazione chiara tra X ed Y.



Analogamente accade con tutte le altre commodities come osservabile nelle tabelle e nei grafici successivi.

<b>Rame</b>						
	<i>Coefficienti</i>	<i>Errore standard</i>	<i>Stat t</i>	<i>p-value</i>	$R^2$	Osservazioni
Intercetta	0,0003091	0,000224154	1,378817	0,168006	-0,00018	5588
Variabile X1	-0,000232	0,013379229	-0,01733	0,986174		

*Output regressione  $r(t)$  e  $r(t-2)$  rame*

<b>Petrolio</b>						
	<i>Coefficienti</i>	<i>Errore standard</i>	<i>Stat t</i>	<i>p-value</i>	$R^2$	Osservazioni
Intercetta	0,000278	0,000313	0,886097	0,375603	-0,00014	5617
Variabile X1	0,006032	0,013346	0,451998	0,651288		

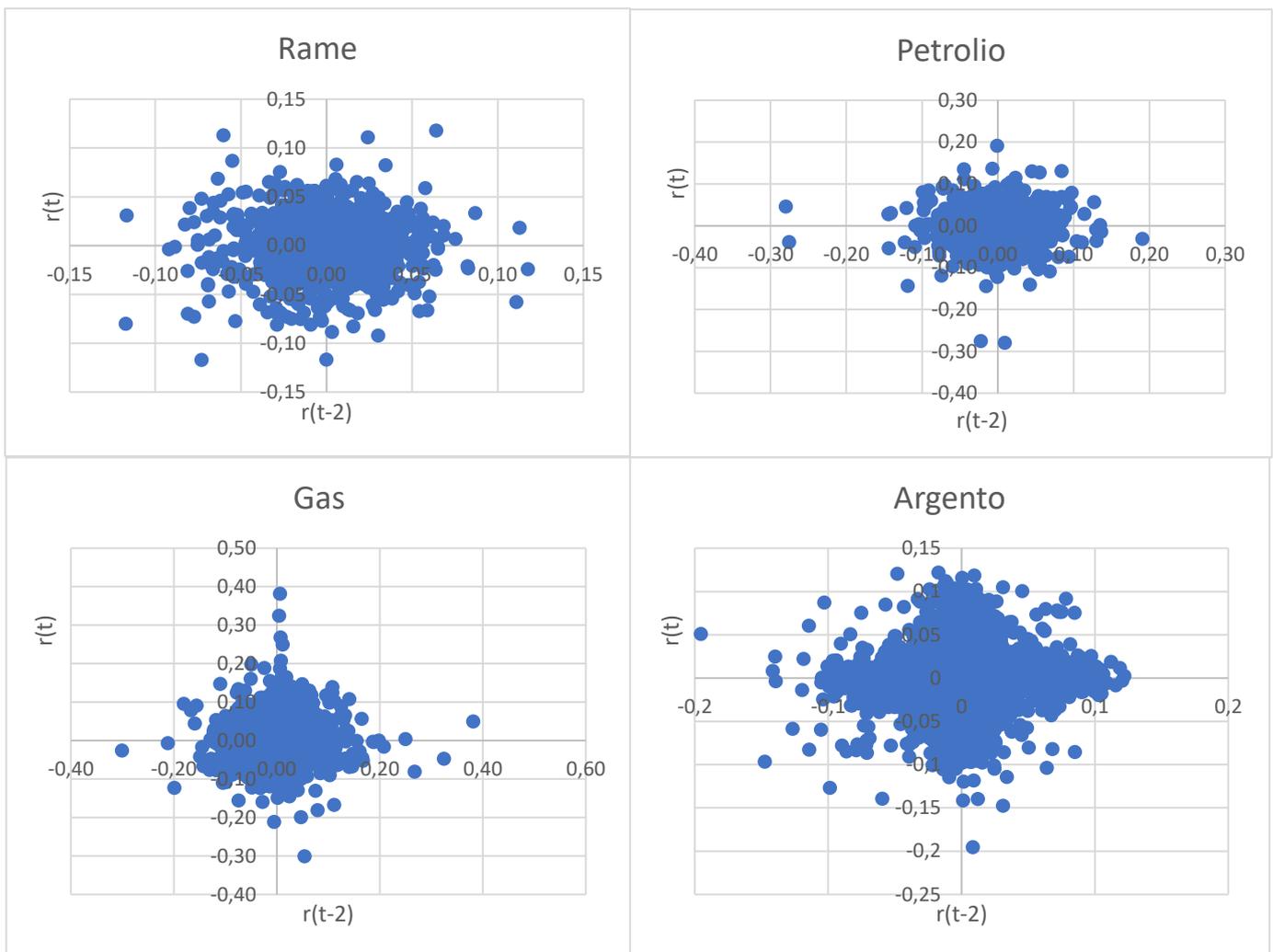
*Output regressione  $r(t)$  e  $r(t-2)$  petrolio*

<b>Gas</b>						
	<i>Coefficienti</i>	<i>Errore standard</i>	<i>Stat t</i>	<i>p-value</i>	$R^2$	Osservazioni
Intercetta	0,000166	0,000467	0,354865	0,722704	0,00017	5627
Variabile X1	0,00234	0,013336	0,175481	0,860708		

*Output regressione  $r(t)$  e  $r(t-2)$  gas*

Argento						
	Coefficienti	Errore standard	Stat t	p-value	R <sup>2</sup>	Osservazioni
Intercetta	0,000258	0,000356	0,725255	0,468324	0,000362	6029
Variabile X1	0,022966	0,012877	1,783582	0,074542		

Output regressione  $r(t)$  e  $r(t-2)$  argento



Questi risultati rafforzano l'idea di efficienza informativa dei mercati delle commodities, ma per una dimostrazione rigorosa di ciò, è necessario riformulare il modello presentato.

Occorre infatti, mettere in relazione  $r(t)$  con  $r(t-1)$ , ovvero sostituire alle X i valori dei log rendimenti di UNA unità di tempo precedente e non più di due.

A questo punto, una volta operata la nuova regressione, è sufficiente osservare i valori dei vari  $R^2$  presentati di seguito.

<b>Caffè</b>			
	<i>Coefficienti</i>	<i>Errore standard</i>	$R^2$
Intercetta	1,020573092	0,01339693	<b>0,000229707</b>
Variabile X1	-0,020222302	0,013389204	

*Output regressione  $r(t)$  e  $r(t-1)$  caffè*

<b>Rame</b>			
	<i>Coefficienti</i>	<i>Errore standard</i>	$R^2$
Intercetta	0,000333822	0,000223314	<b>0,006600523</b>
Variabile X1	-0,082326714	0,013331421	

*Output regressione  $r(t)$  e  $r(t-1)$  rame*

<b>Petrolio</b>			
	<i>Coefficienti</i>	<i>Errore standard</i>	$R^2$
Intercetta	0,000277	0,000313	<b>0,000529</b>
Variabile X1	-0,026588	0,013342	

*Output regressione  $r(t)$  e  $r(t-1)$  petrolio*

<b>Gas</b>			
	<i>Coefficienti</i>	<i>Errore standard</i>	$R^2$
Intercetta	0,000182	0,000466	<b>0,004687</b>
Variabile X1	-0,06974	0,013299	

*Output regressione  $r(t)$  e  $r(t-1)$  gas*

<b>Argento</b>			
	<i>Coefficienti</i>	<i>Errore standard</i>	$R^2$
Intercetta	0,000335527	0,000340912	<b>0,081619193</b>
Variabile X1	-0,28592593	0,012337678	

*Output regressione  $r(t)$  e  $r(t-1)$  argento*

Essendo in tutti i cinque casi quantità molto piccole, per il proseguimento dell'elaborato, considereremo valida l'ipotesi di **EFFICIENZA INFORMATIVA DEBOLE** dei mercati delle materie prime analizzate.

### 3.4 Dal prezzo future al prezzo spot

Dopo aver dimostrato l'efficienza informativa in forma debole dei mercati delle commodities, è lecito affermare per i motivi sopra descritti, che all'equilibrio non vi è possibilità alcuna di compiere manovre di **arbitraggio**. In altre parole ciò significa che nessun individuo può effettuare un'operazione di compravendita di strumenti finanziari che gli consenta di **ottenere profitto certo senza correre alcun rischio**. Per comprendere meglio il concetto, si prenda ad esempio un titolo azionario di un'azienda "A", il cui prezzo sulla borsa di Milano è 15,50 € che al tasso di cambio di 1,032 \$/€ corrispondono a 16 \$. Si supponga che sul NYMEX la stessa azione nello stesso momento sia quotata a 17 \$. A quel punto un operatore capace, potrebbe sfruttare questa inefficienza del mercato e ottenere un guadagno certo di 1 \$ attraverso l'acquisto dell'azione sulla borsa di Milano e la vendita *contemporanea* della stessa azione sul NYMEX. Con l'ipotesi di efficienza informativa questo tipo di "anomalie", quindi, non possono esistere in alcun modo.

Partendo da questo presupposto, si fornisce di seguito una spiegazione di come si è arrivati a ricavare la formula utilizzata per calcolare il prezzo spot delle commodities studiate, che si trova a pagina 23 e si riporta qui per comodità:

$$P = F * e^{-i*T}$$

P= prezzo spot

F= prezzo future

i= tasso risk-free

T= scadenza del future

Come già detto, infatti, per tutte le materie prime si è partiti dai dati disponibili sul sito [investing.com](http://investing.com) contenenti:

- le quotazioni FUTURES giornaliere sulle materie prime con scadenza a 2 mesi (fatta eccezione per il gas, i cui futures hanno scadenza ad 1 mese) dal 2000 al primo trimestre 2022.

- i tassi di rendimento dei titoli di stato americani con scadenza ad un anno, aggiornati quotidianamente, relativi allo stesso periodo considerato in precedenza. Questi sono stati utilizzati per rappresentare il tasso **risk-free**, cioè il tasso di interesse relativo ad un investimento privo di rischio.

Avendo delle quotazioni sulle materie prime relative ad alcune (poche) giornate che non hanno la corrispondente valutazione del tasso risk-free, si è ritenuto opportuno, per ottenere una panoramica più pulita, analizzare solo quelle giornate in cui si hanno entrambi i valori.

Quest'operazione, vista la complessità della base di dati da studiare, è stata effettuata attraverso una join, *un'interrogazione che compara ogni riga di due tabelle diverse verificando se soddisfa una regola di confronto definita* [86].

Quindi, per ottenere i prezzi spot, si è sfruttato proprio il principio di non arbitraggio, che porta all'ottenimento di un'unica relazione che lega il prezzo spot a quello future in situazione di equilibrio. *In questa sede si trattano i futures con gli stessi modelli di pricing dei forward, caratteristica empiricamente dimostrata quando la curva dei tassi risk-free risulta abbastanza piatta.*

Per la dimostrazione si forniscono due controesempi:

Si supponga che esista un contratto future/forward che consente di acquistare tra quattro mesi un'azione che non paga dividendi sapendo che:

- il prezzo spot è pari a 50;  $P=50$
- il tasso risk-free annuo è del 3%;  $i=3\%$
- essendo la scadenza 4 mesi, espressi in un orizzonte annuale corrispondono a:  $T = 4/12$ ;

A questo punto si dividano due casi: il primo in cui il prezzo a termine del future/forward  $F$  sia pari a 55 e il secondo in cui sia pari a 45. In entrambi i casi un accorto investitore potrebbe compiere operazioni di

arbitraggio, ottenendo profitto positivo a rischio zero.

Infatti, nel primo caso potrebbe:

- Indebitarsi per 50 al tasso risk-free
- Acquistare l'azione sul mercato spot al prezzo di 50
- Andare corto sul future/forward
- Vendere tra 4 mesi l'azione al prezzo forward di 55
- Con il ricavato chiudere il debito

Per chiarezza si osservi il seguente schema:

<b>t=0</b>	<b>t=4 mesi</b>
Acquisto azione = -50	Vendita azione coprendo la posizione forward = + 55
Indebitamento = +50	Chiusura debito: $-50 * e^{0.03*4/12} = -50,503$
Posizione corta sul future = +0 (si suppone che al momento della firma del contratto non vi sia scambio di denaro)	Saldo finale: $55-0,503=4,497$

Ne emerge che attraverso questa strategia in  $t=0$  il saldo dell'investitore è zero ma in  $t=4$  riesce ad ottenere un profitto positivo pari a  $55-0,503=4,497$ .

Analogamente nel secondo caso l'operatore potrebbe decidere di:

- Vendere allo scoperto l'azione incassando il prezzo spot (+50)
- Reinvestire il ricavato al tasso risk-free (-50)
- Assumere una posizione lunga sul forward (+0)
- Dopo 4 mesi, utilizzare il ricavato dell'investimento per acquistare l'azione al prezzo forward (-45)
- Usare l'azione acquistata per chiudere la posizione allo scoperto

Anche in questo caso, a fronte di un investimento nullo in  $t=0$ , si riuscirebbe ad ottenere in  $t=4$  entrate pari a  $+50 * e^{0.03*4/12} = +50,503$  (derivate dall'investimento al tasso risk-free) ed uscite pari a -45, con un profitto netto pari a  $50,503-45=5,503$ .

All'evidenza di ciò, l'unico modo per cui non possono esservi opportunità di arbitraggio in questo contesto, e che quindi siano rispettati i principi dell'efficienza informativa, è che il prezzo forward sia pari a 50.503 e che quindi sia valida la relazione:

$$F = P * e^{i*T}$$

P= prezzo spot

F= prezzo future

i= tasso risk-free

T= scadenza del future

Da cui immediatamente è possibile ricavare la formula (1).

Per completezza, infine, è opportuno precisare che il modello sopra dimostrato è in linea con le teorie **di economia finanziaria** basate sull'efficienza informativa dei mercati, ma che esistono anche correnti di pensiero differenti.

Vi sono infatti degli esperti che sostengono la tesi secondo la quale l'informazione dei prezzi passati ci aiuti a formulare delle aspettative corrette su quello che accadrà in futuro; ciò vuol dire che la serie storica è rilevante e il mercato non è efficiente. È possibile quindi, secondo questa teoria, utilizzare algoritmi di trading, per ottenere profitti in maniera sistematica compiendo specifiche operazioni di mercato. Su quest'ultima convinzione si basano tutti gli studi degli **analisti tecnici** che partono dall'osservazione dei trend per acquistare e vendere strumenti finanziari, anticipando cosa accadrà sul mercato e ottenendo quindi profitto.

Attualmente ci sono numerose ricerche e dispute su quale sia la visione corretta, ma non vi sono evidenze scientifiche che riescono a confutare una o l'altra ipotesi in maniera definitiva.

## 4 Rischi finanziari

Questo capitolo, forte delle ipotesi dimostrate nella sezione precedente riguardo l'efficienza del mercato, si focalizza sulle diverse tipologie di rischio e sugli strumenti quantitativi utili per le analisi relative. Questi vengono applicati agli andamenti storici delle materie prime oggetto di studio dell'intero elaborato, per poi effettuare dei test riguardo a come i modelli di risk analysis reagiscono ai periodi di crisi.

Prima di procedere però, si è ritenuto opportuno fornire una panoramica sui concetti più importanti nell'ambito del rischio.

La definizione di **rischio** estratta dal vocabolario Treccani è la seguente: *"Eventualità di subire un danno connessa a circostanze più o meno prevedibili"* [87] (fonte: <https://www.treccani.it/vocabolario/rischio/>).

Risulta immediato quindi che si tratta di qualcosa strettamente legato al concetto di probabilità. Diverso invece è il concetto di **incertezza** che esprime qualcosa che non può essere quantificato!

Questo concetto generale di rischio però, trova applicazioni in diversi settori (come ad esempio nel project management, nell'informatica, nella sicurezza sul lavoro). In questa trattazione ci si concentra sul **rischio finanziario** che esprime *"la probabilità che un investitore possa ottenere un rendimento diverso (inferiore) da quello atteso in un certo periodo di tempo"*. [88] [89]

Esistono diverse fonti di rischio finanziario, di seguito si elencano le più comuni:

**1) Rischio di credito:** cattura la possibilità che la controparte non assolva all'obbligo della restituzione del capitale che gli è stato prestato, e/o che non paghi gli interessi dovuti (o parte di questi) entro le tempistiche prestabilite. La sua analisi viene effettuata tramite:

- la stima della *probabilità di default* (PD)

- la *loss given default* (LGD) cioè la perdita subita dall'investitore in seguito all'avvenimento
- il *rating* assegnato dalle agenzie apposite (per esempio Moody's, Standard & Poor's) che hanno il compito di valutare il debitore.

**2) Rischio di liquidità:** dopo aver acquistato uno strumento finanziario vi sono due possibilità: una è tenerlo nel proprio portafoglio (fino alla scadenza se prevista come nel caso di obbligazioni), l'altro è vendere il titolo quando si reputa più opportuno. Il rischio di liquidità esprime la difficoltà di trovare una controparte pronta ad acquistare il titolo quando l'investitore vuole venderlo. Si ha un maggiore rischio quando il numero di transazioni che interessano la compravendita del titolo sui mercati è ridotto. Quando l'investitore avendo bisogno di liquidità decide di cedere il titolo e contemporaneamente accade ciò, c'è il rischio di "svenderlo".

**3) Rischio market timing:** si verifica quando si acquistano prodotti finanziari poco prima che il suo valore scenda.

**4) Rischio operativo:** è relativo agli intermediari finanziari (banche in particolare) e cattura le perdite legate ad inefficienze nei processi interni, tecnologici e/o umani. La sua importanza sta crescendo sempre di più, basti pensare ai danni legati alla presenza di un virus informatico all'interno del sistema informativo di una banca. [90]

**5) Rischio sistemico:** esprime la possibilità che a partire dallo stato di insolvenza di un grande operatore finanziario si generi un effetto a catena che causa numerosi default. La crisi nel 2008, come già sottolineato in precedenza, è stata una crisi sistemica.

**6) Rischio di mercato:** è il rischio di variazioni del valore di mercato di uno strumento o di un portafoglio connesse a variazioni INATTESE delle

variabili di mercato (*prezzi, tassi, cambi*). Variazioni sui tassi di cambio delle valute quando si opera in mercati internazionali e allo stesso modo modifiche dei tassi di interesse, posso avere un effetto importante sul valore di mercato dei prodotti finanziari.

In questa sede sarà approfondita l'analisi sugli strumenti utilizzati per quantificare proprio quest'ultimo tipo di rischio.

## 4.1 Rischio di mercato: Value At Risk (VaR)

Il primo strumento quantitativo in assoluto che si accosta al concetto di rischio è senza dubbio quello della **volatilità**. Questa esprime quanto in un certo periodo di tempo, i prezzi si discostano dalla media: quanto più la volatilità è alta, quanto più è rischioso un prodotto finanziario. In statistica la volatilità è anche nota come varianza, si esprime con la lettera  $\sigma^2$  la

sua formula è la seguente:  $\sigma^2 = \frac{\sum_i^n (x_i - m)^2}{N}$  dove N è il numero di

elementi del campione ed m è la loro media. È opportuno precisare comunque, come non è detto che un portafoglio caratterizzato da alta volatilità, sia peggiore rispetto ad uno con volatilità minore, in quanto tutto dipende dalla predisposizione al rischio dell'investitore. Un maggiore rischio generalmente è comunque accompagnato da una maggior probabilità di ottenere alti guadagni, ma anche alte perdite.

In passato il rischio di mercato veniva valutato usando solamente i **valori nominali** delle singole posizioni, ma questo approccio, seppur molto usato per via della sua semplicità, presentava diversi limiti, tra cui quello di non considerare i valori di mercato: due posizioni con lo stesso valore nominale erano considerate equivalenti anche se avevano diverso valore di mercato.

Esso, inoltre, non teneva conto in alcun modo delle correlazioni tra i fattori di mercato.

È stato così introdotto l'utilizzo di diverse misure di **sensibilità** in base alla tipologia di prodotto di cui si vuole stimare il rischio. Di seguito alcuni esempi:

- Per le azioni viene utilizzato il **coefficiente Beta** che indica la variazione attesa del rendimento di un titolo per ogni delta percentuale del rendimento di mercato. Si calcola con la seguente

formula: 
$$\beta = \frac{Cov(Rm,r)}{var(Rm)}$$
 dove al numeratore si ha la covarianza

tra rendimento di mercato  $R_m$  e rendimento  $r$  del titolo in analisi con e al denominatore la varianza del rendimento di mercato.

- Per i titoli obbligazionari si usa la **duration** che sta ad indicare la quanto varia il prezzo (e quindi il valore di mercato) in funzione della variazione dei tassi di interesse.

Quanto più un'obbligazione ha una scadenza lontana, quanto maggiore sarà l'effetto dell'aumento del tasso di interesse sul prezzo.

Nello specifico quando i tassi di interesse aumentano il prezzo diminuisce e viceversa. Esprime quindi concettualmente  $\frac{\partial p}{\partial i}$

- Per le opzioni vengono utilizzate le **greche**. Quella più semplice è il **delta** che esprime la variazione del premio dell'opzione in relazione

alla variazione del prezzo del titolo sottostante:  $\frac{\partial f}{\partial S}$  con  $f$  = premio

dell'opzione e  $S$  = prezzo del sottostante.

Queste metodologie però, seppur tutt'ora utilizzate, entrano in difficoltà quando è necessario confrontare rischi diversi, in quanto posizioni di natura diversa fanno riferimento a coefficienti differenti.

Per l'analisi di portafogli più complessi quindi, lo strumento che attualmente trova più spazio è quello del **Valore al Rischio** (Value At Risk).

**Il VaR esprime numericamente la perdita massima che può essere subita su una posizione nel corso di un dato orizzonte temporale, tale che vi sia una probabilità molto bassa che la perdita effettiva superi tale importo.**

Occorre quindi scegliere arbitrariamente due caratteristiche: **il livello di confidenza (a)** e **l'orizzonte temporale**. A questi corrisponde univocamente per ogni titolo un valore che esprime la massima perdita potenziale.

$$Prob[Perdita > VaR] = 1 - a$$

Per l'identificazione dell'intervallo di confidenza opportuno, è necessario tenere conto del grado di avversione al rischio dell'investitore e del livello di protezione che si vuole avere rispetto a movimenti sfavorevoli dei fattori di mercato: tanto maggiore è il livello di confidenza, tanto più elevato è il VaR.

L'orizzonte temporale invece, viene individuato attraverso diversi criteri come il periodo di tempo necessario per chiudere la posizione in analisi, per quanto si vuole tenere nel portafoglio il titolo, quanto tempo ci si mette per dotarsi dell'investimento iniziale, ma soprattutto viene scelto in base alla disponibilità effettiva dei dati su cui svolgere i calcoli necessari che sono presentati nelle righe successive.

Nelle considerazioni seguenti, inizialmente è stato fissato un intervallo di confidenza pari al 99% e un orizzonte temporale pari a 10 giorni. Ciò equivale a dire che i valori di VaR calcolati identificano al 99% le perdite massime che nei 10 giorni successivi potranno subire le posizioni analizzate. In altre parole, applicando questo concetto al prezzo delle commodities, una volta fissato il valore del VaR ad una certa data, si ha solo l'1% di probabilità

che nei 10 giorni successivi le quotazioni della materia prima scendano fino a far registrare una perdita maggiore rispetto alla quantità espressa dal VaR.

## 4.2 Modelli di misurazione del VaR: l'approccio parametrico

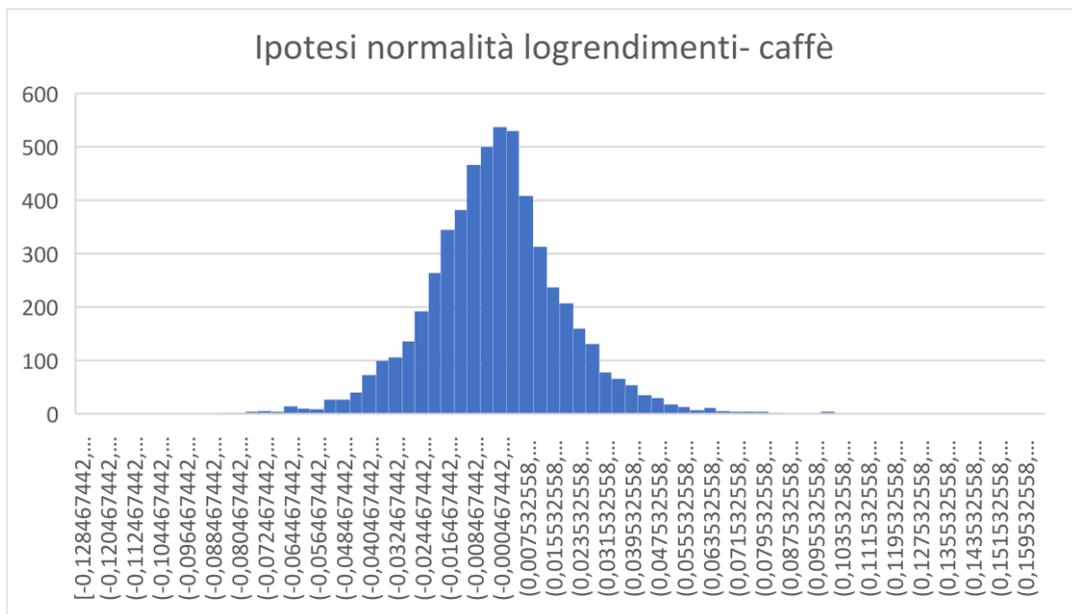
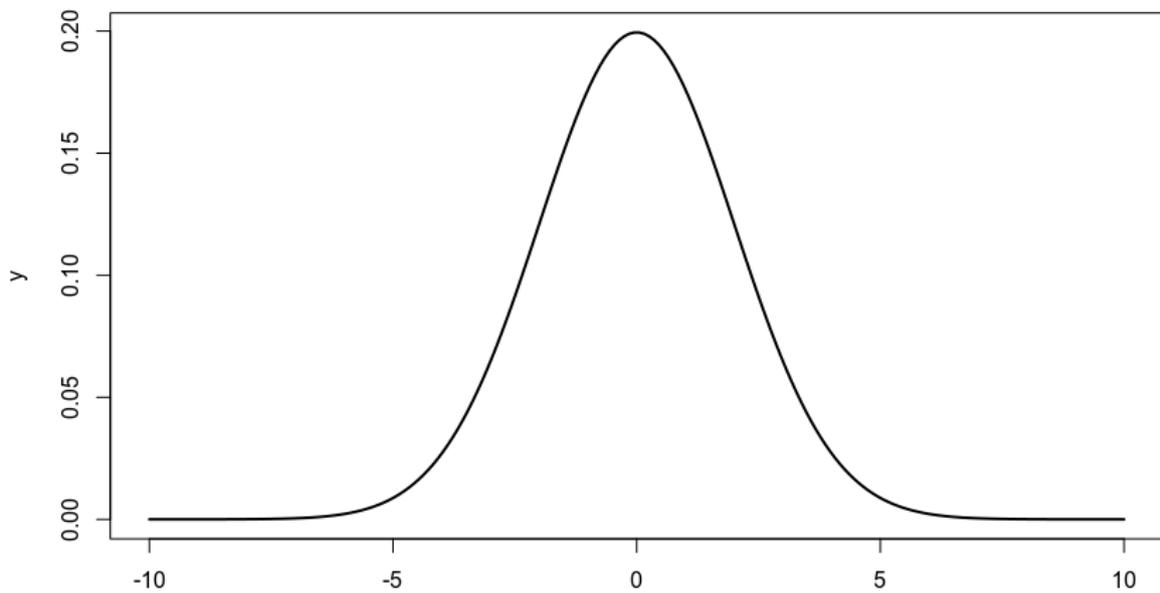
Esistono due modelli alternativi per il calcolo del VaR:

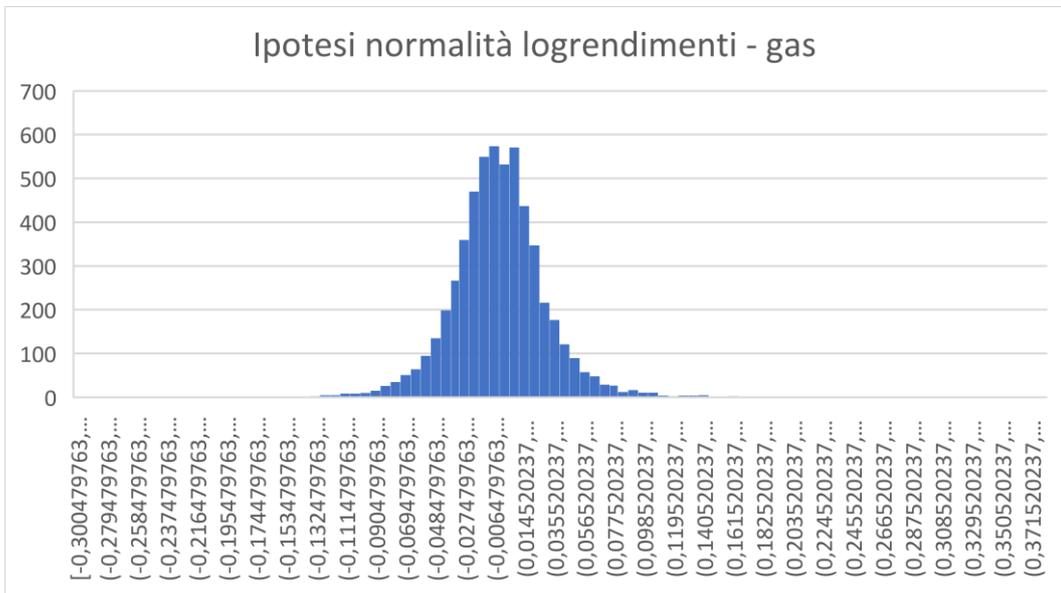
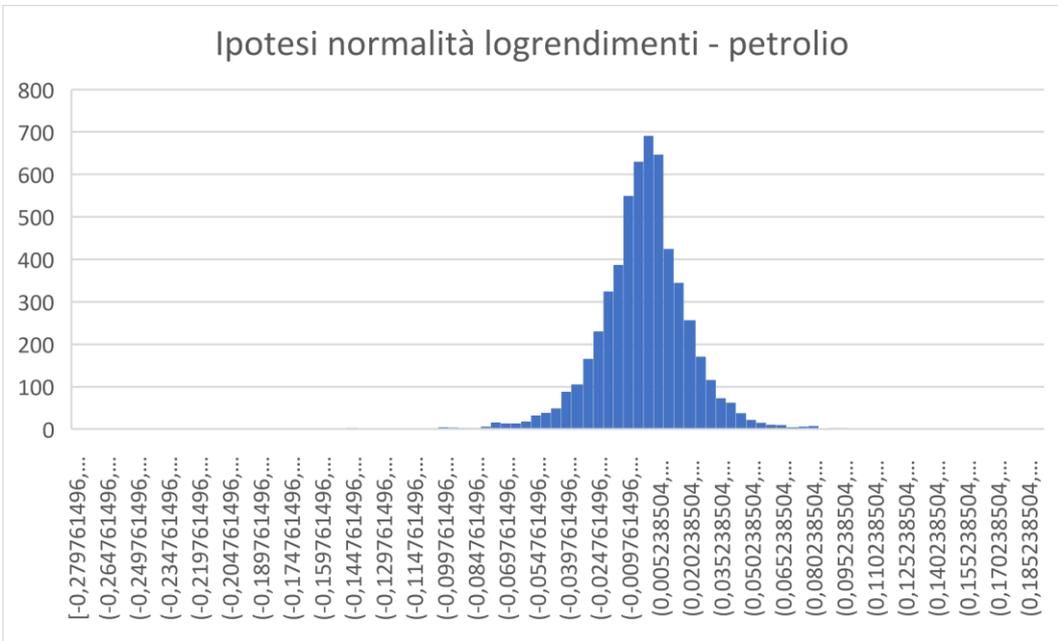
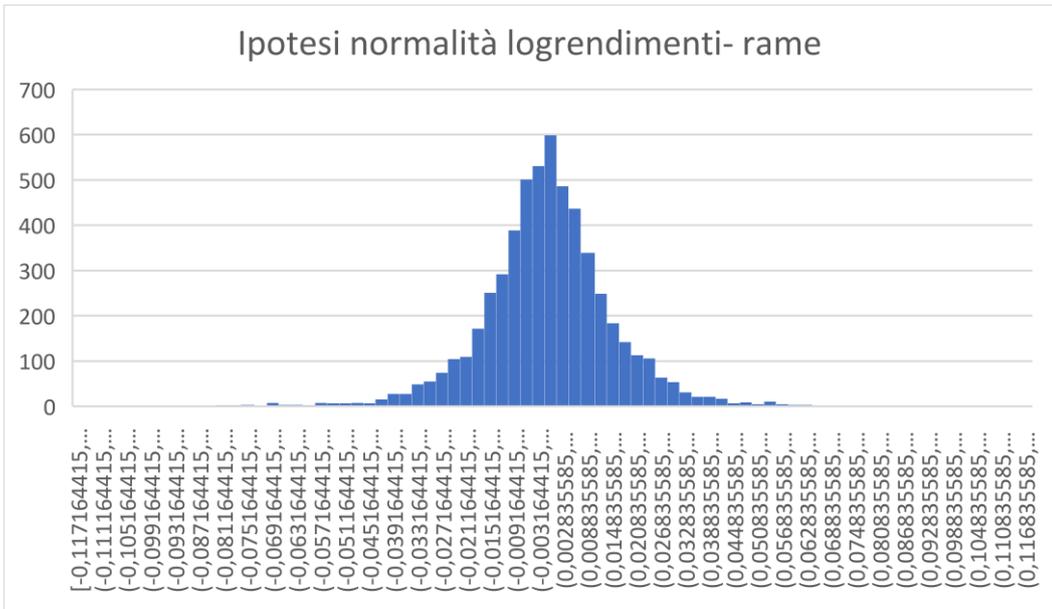
- Approccio **Varianze-Covarianze** chiamato anche approccio parametrico;
- Approccio **con simulazione** (non parametrico).

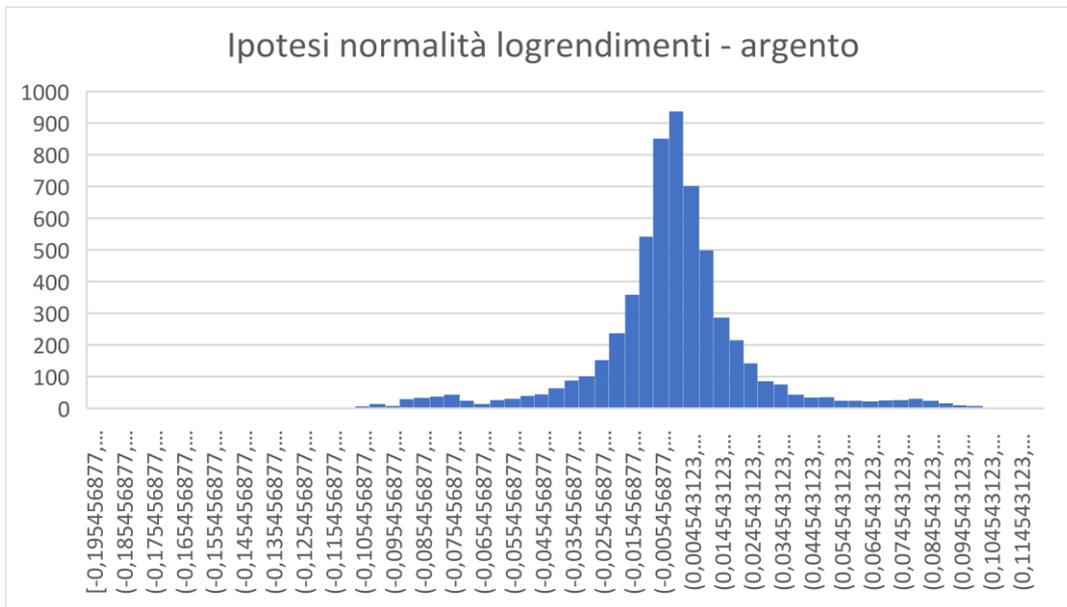
Il primo è il più diffuso per via della sua semplicità di calcolo, ma necessita di un'ipotesi forte affinché possa essere ritenuto valido: ***si suppone che la distribuzione dei log-rendimenti dei prodotti analizzati sia una normale.***

La seconda metodologia invece si basa sulla simulazione storica e si ottiene così direttamente il valore della distribuzione empirica corrispondente al percentile del livello di confidenza desiderato. Quando la quantità di dati passati è insufficiente a svolgere le analisi, vengono simulati scenari possibili futuri attraverso il metodo della simulazione di Montecarlo.

Il modello utilizzato in questa sede è quello parametrico e a tal proposito vengono presentati, successivamente al grafico BENCHMARK della normale, i grafici relativi ai log-rendimenti delle materie prime analizzate sotto forma di istogramma, dove sull'asse x sono presenti i vari log-rendimenti divisi in classi e sull'asse y le frequenze con la quale ogni log-rendimento si è ripetuto negli anni.







Come è possibile vedere, gli istogrammi ricordano abbastanza la forma della normale, quindi, seppur non si tratti di una dimostrazione rigorosamente scientifica, in questa sede ci limiteremo ad accettare l'ipotesi normalità dei log-rendimenti giornalieri delle commodities prese in analisi.

A questo punto è possibile proseguire con l'algoritmo di calcolo che per l'approccio varianza-covarianza prevede l'ottenimento del VaR secondo la seguente formula:

$$VaR = W * \delta * \sigma * \alpha$$

Con:

$W$  = valore di mercato della posizione, per le commodities è stato utilizzato il prezzo spot.

$\delta$  = coefficiente di sensibilità di  $W$  a variazioni di fattori di mercato come tasso di cambio o tasso di interesse. Per le commodities, all'interno di questo elaborato tale valore è considerato pari ad 1 in quanto non vengono presi in considerazione i rischi di tasso e rischi di cambio;

$\sigma$  = volatilità dei log-rendimenti;

$\alpha$  = quantile della normale standard che rimane fisso una volta definito l'intervallo di confidenza. Per un intervallo pari al 99% il suo valore è 2,326 mentre per il 95% è 1,645;

Occorre fare a tal proposito alcuni ragionamenti sul calcolo della **volatilità**. Come già specificato, in questa sede l'orizzonte temporale scelto per il calcolo del VaR è di 10 giorni, come previsto dalla Regulation di Basilea (accordo internazionale redatto post-crisi del 2008 che presenta linee guida a cui gli intermediari finanziari devono adeguarsi per evitare che crisi sistemiche possano ripetersi).

Bisogna quindi ottenere una volatilità dei log-rendimenti che abbia un orizzonte decadale. Per far questo, si è partiti dalla stima della volatilità giornaliera, calcolata attraverso l'uso della media mobile. La formula utilizzata è la seguente:

$$\sigma_t^2 = \frac{\sum_{t-n}^{t-1} (x_i - x_m)^2}{n - 1}$$

Si è ritenuto opportuno quindi stimare la volatilità giornaliera attraverso un campione di 30 giorni ma utilizzando una finestra mobile. Ciò vuol dire che, prendendo in esame le operazioni svolte per il caffè, si sono calcolati i log-rendimenti dei primi 30 giorni di osservazione (dal 03/01/2000 al 15/02/200), la loro media  $x_m$  e la loro volatilità campionaria giornaliera  $\sigma_1^2$  ottenendo un valore pari a 0,01964.

A questo punto per calcolare la volatilità decadale, ci si è serviti dell'ipotesi di efficienza debole dei mercati delle materie prime dimostrata precedentemente grazie al quale si è potuta ritenere valida l'indipendenza reciproca dei log-rendimenti giornalieri.

Se si accetta l'ipotesi che i log-rendimenti giornalieri siano rappresentabili come variabili casuali indipendenti e identicamente distribuite, è possibile

affermare *per il teorema del limite centrale* che il log-rendimento decadale è distribuito normalmente: la sua media sarà pari a  $x_{10} = 10 * x_m$  e la sua volatilità sarà pari a  $\sigma_{10}^2 = \sigma_1^2 * \sqrt{10}$ .

Nel nostro esempio quindi la volatilità decadale è pari a  $0,0621 = 0,01964 * \sqrt{10}$ ;

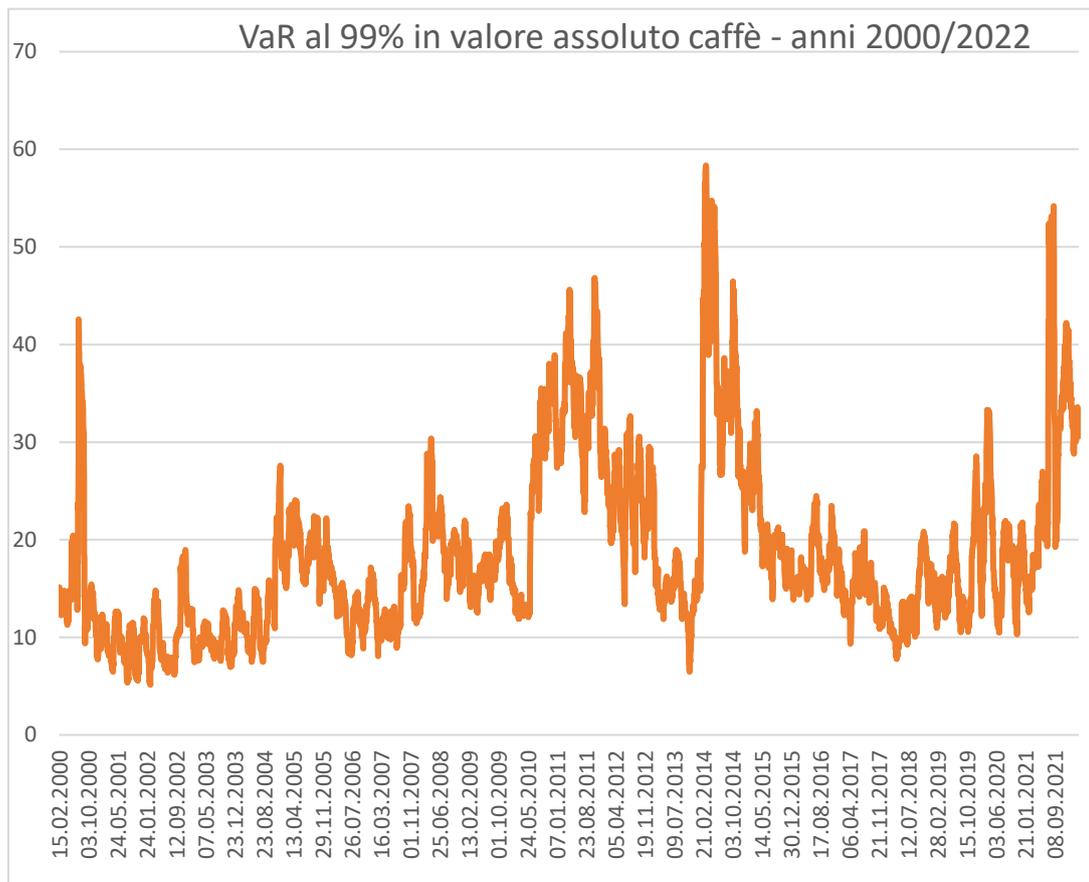
A questo punto si hanno tutti gli elementi per il calcolo del VaR decadale al 15/02/2000: sapendo che il prezzo spot del caffè in questa data era pari a 104,81 centesimi di \$/libbra, utilizzando la formula a pagina precedente si ottiene un VaR pari a 15,14 centesimi di \$.

Ciò permette di affermare secondo la teoria del modello utilizzato, che nei 10 giorni successivi, cioè fino al 01/03/2000, la perdita massima al 99% di probabilità non potrà essere superiore a 15,144 centesimi di \$. In altre parole, nel periodo analizzato la svalutazione del prezzo del caffè non potrà essere superiore a 15,14 centesimi di \$, ovvero la quotazione non scenderà al di sotto del  $104,81 - 15,14 = 89,66$  centesimi di \$ con una probabilità pari al 99%. Si capisce l'importanza del VaR come strumento di analisi del rischio, in quanto è stato possibile arrivare a un'affermazione così forte per certi versi, a partire dai dati storici dei 30 giorni precedenti. Si è proceduto in maniera iterativa per tutte le date fino al 2022 e per tutte le commodities secondo quanto appena descritto, con l'accortezza di ricalcolare per ogni finestra decadale la volatilità relativa.

### **4.3 Presentazione dei risultati sulle commodities**

Di seguito vengono presentati i risultati ottenuti con il modello appena presentato per il caffè in modo tale da poter evidenziare alcuni aspetti.

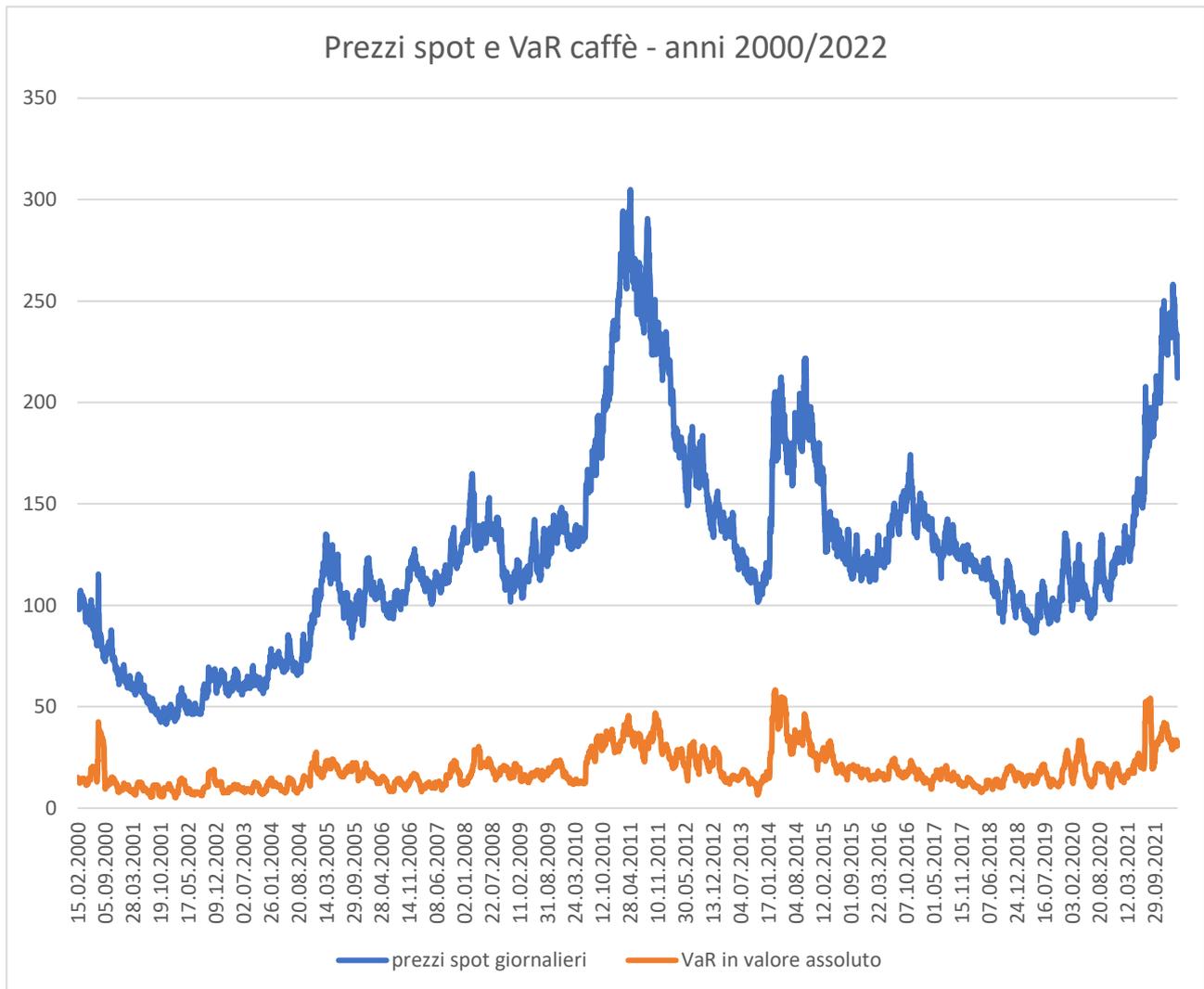
## 1-Caffè



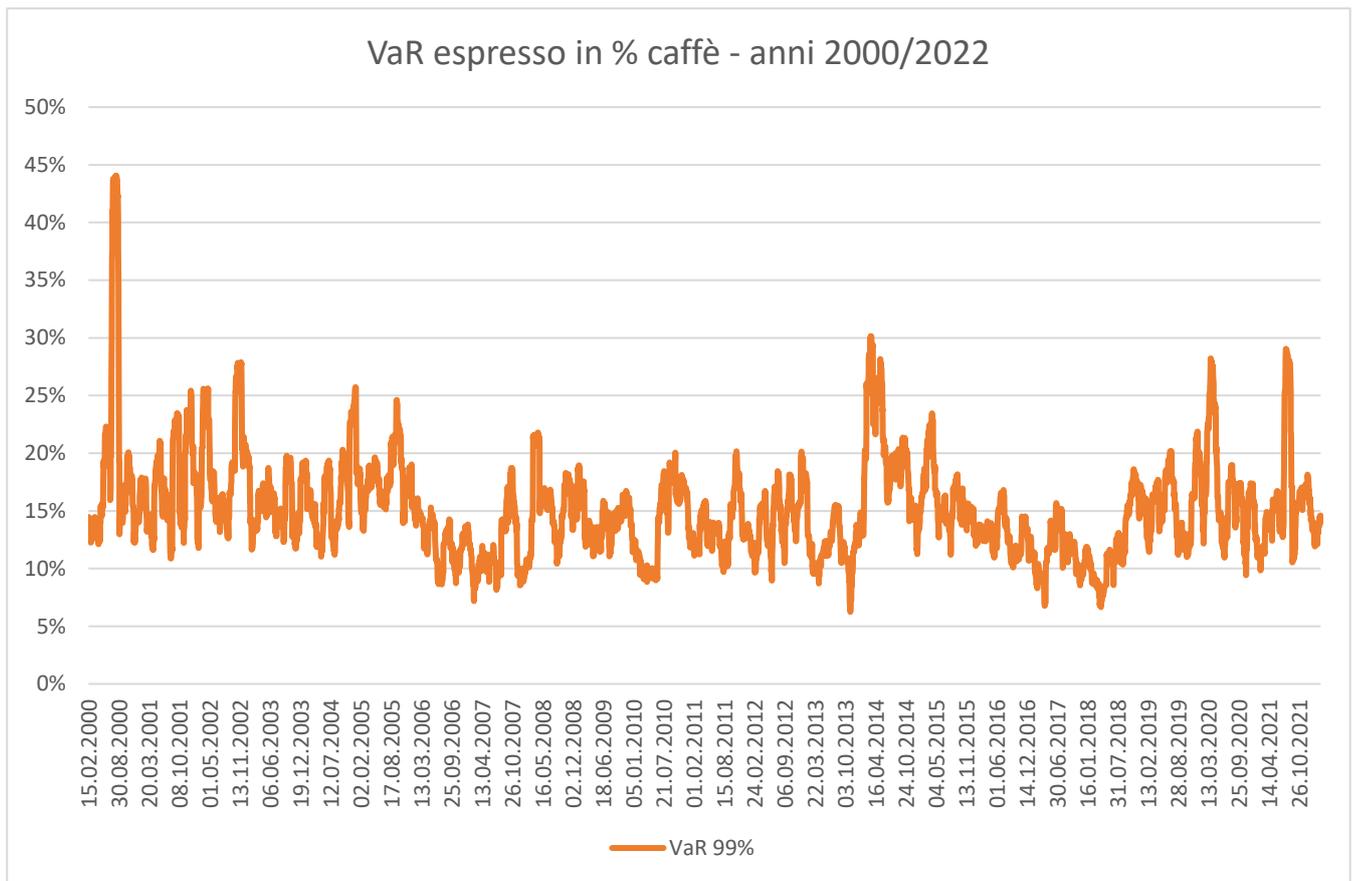
Da un indicatore di rischio come il VaR ci si aspetta che nei momenti di crisi invii segnali di allarme, preparando l'investitore agli scenari peggiori. In realtà nel grafico del VaR del caffè in valore assoluto, si nascondono bene gli effetti delle crisi del 2008, del 2020 e del 2022.

***Infatti, il calcolo del VaR è influenzato in maniera importante dal valore di mercato del bene. Volendo fare un confronto più che ventennale è necessario allora "minimizzare" l'effetto che l'inflazione ha su questi dati.***

A primo impatto, infatti, sembrerebbe che nel 2011 il caffè risultava essere un bene molto più rischioso rispetto a tutti gli anni precedenti, con il VaR che toccò la soglia di 46 centesimi di \$. In realtà, come appena accennato, questo valore è legato ad un innalzamento del prezzo che mai era stato raggiunto con il superamento della soglia di 300 centesimi \$/libbra, appunto nel 2011, come emerge dal grafico qui sotto.



Per un'analisi più completa quindi, si è pensato di presentare i dati di VaR% calcolati sul prezzo spot del momento, in modo da poter confrontare meglio periodi diversi anche a livello di inflazione. A tal proposito emerge subito come il 2011 appena citato sia un anno nella media a livello di rischiosità, mentre negli ultimi 15 anni la soglia del 20% è stata superata proprio negli anni delle crisi (2008, 2020, 2021), oltre che nel 2014 e nel 2016 per cause legate agli economics specifici del caffè.

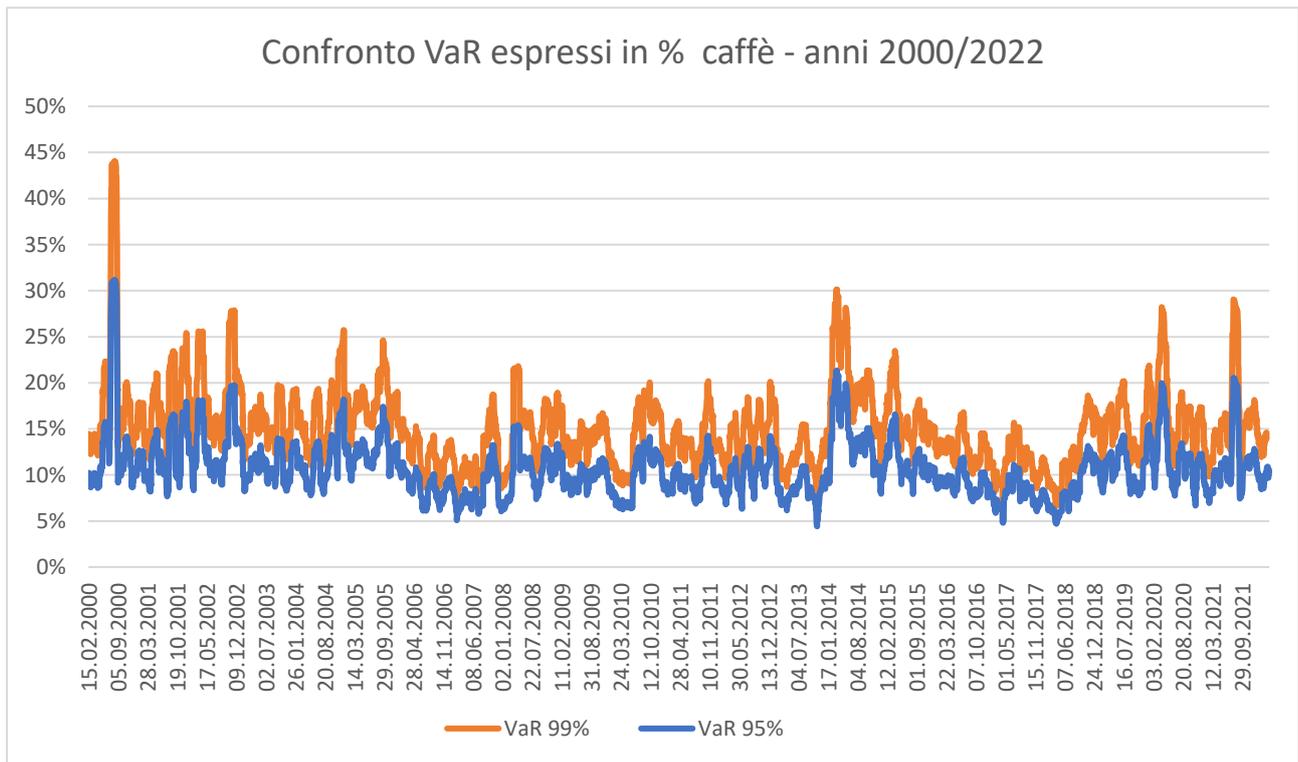


***L'aumento del VaR% in presenza di crisi è legato principalmente ad un aumento fisiologico della volatilità dei beni. In contesti di incertezza infatti, come sottolineato precedentemente, sono frequenti le oscillazioni di prezzo, e questi elementi causano inequivocabilmente un aumento del VaR.***

Un altro aspetto da evidenziare è che i risultati precedenti sono stati ottenuti dopo aver fissato un intervallo di confidenza pari al 99%. Operando in maniera analoga ma scegliendo una probabilità minore come ad esempio 95%, l'andamento del VaR% ricalcherà esattamente quello precedente ma con valori inferiori. Infatti, nel secondo caso, si sceglie di avere una "copertura" minore in termini di probabilità, dando più margine alla presenza di eventuali perdite INATTESE.

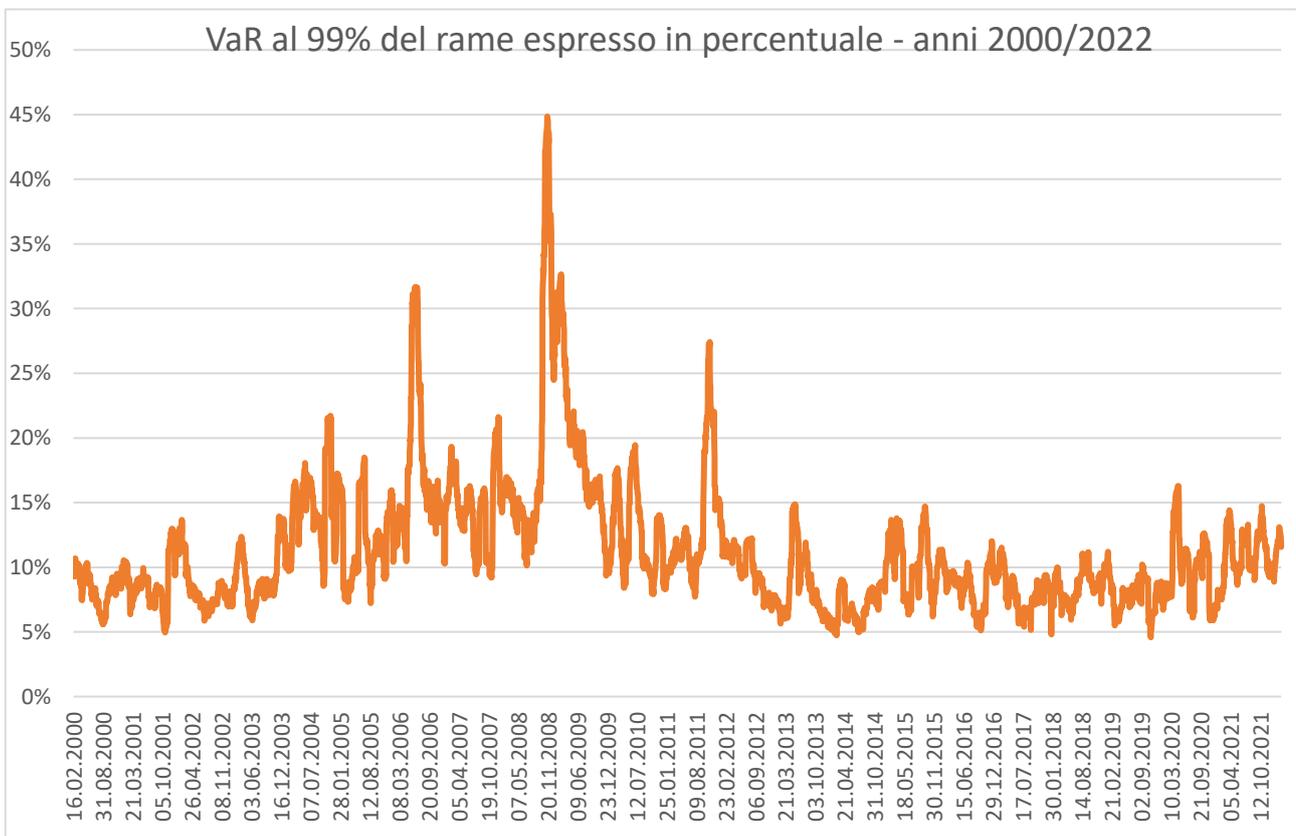
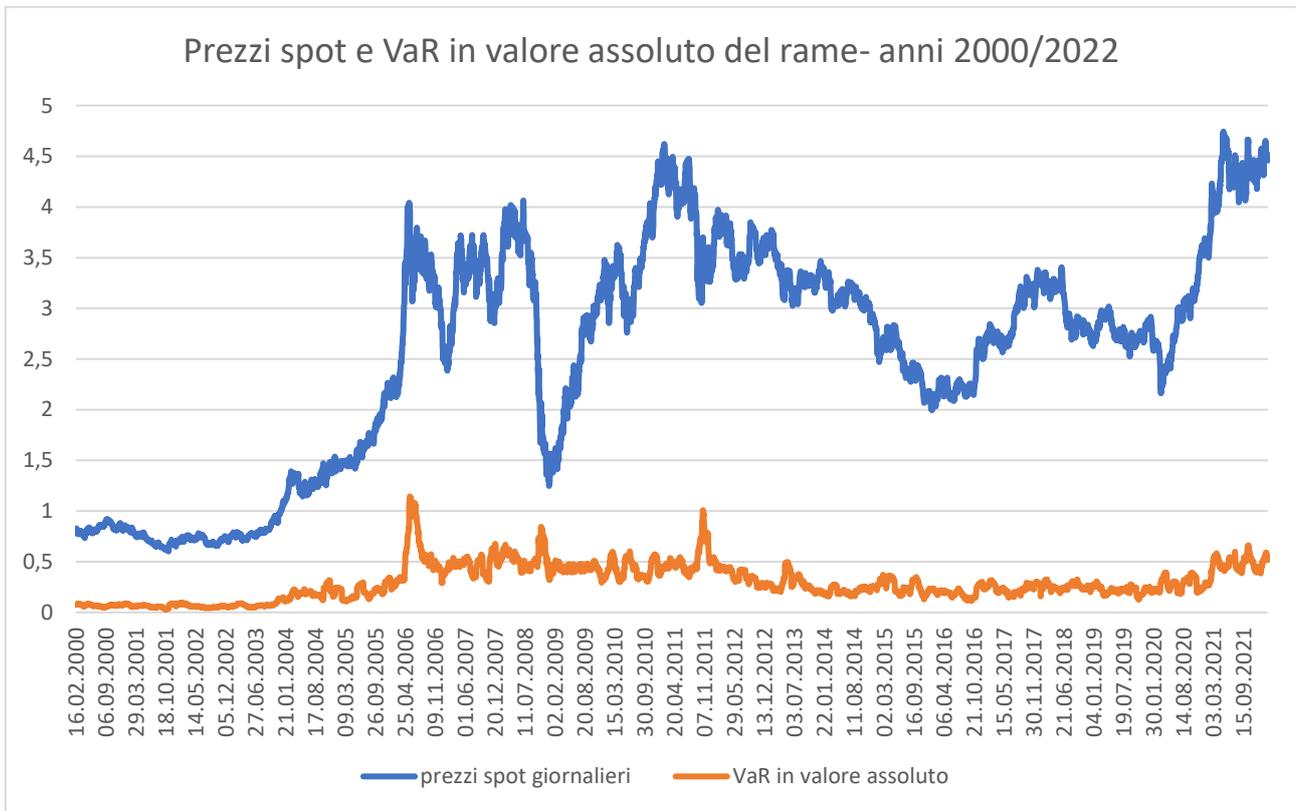
In altri termini con un VaR al 95% si ottengono valori che descrivono la situazione peggiore possibile per un investitore in un dato orizzonte temporale, ma vi è un 5% di probabilità residuo che le perdite effettive siano

peggiori dei limiti forniti dal VaR. ***Più in alto sposto il limite, minore è la probabilità che possa essere superato, ed ecco perché il VaR al 95% è minore del VaR al 99%.*** Come spiegato precedentemente, non vi è una scelta dell'intervallo di confidenza corretta per tutte le circostanze, ma la decisione dipende da diversi fattori, tra cui la propensione al rischio dell'investitore.

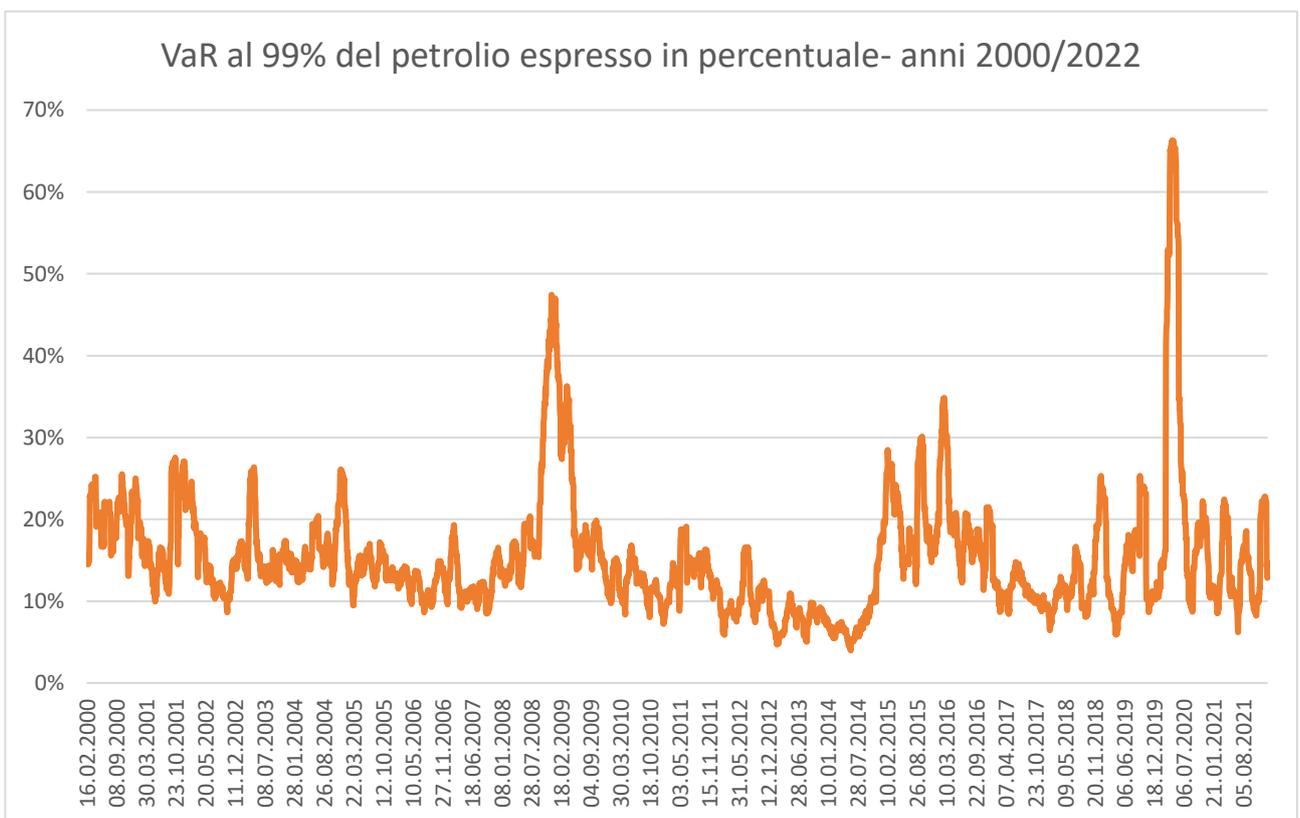
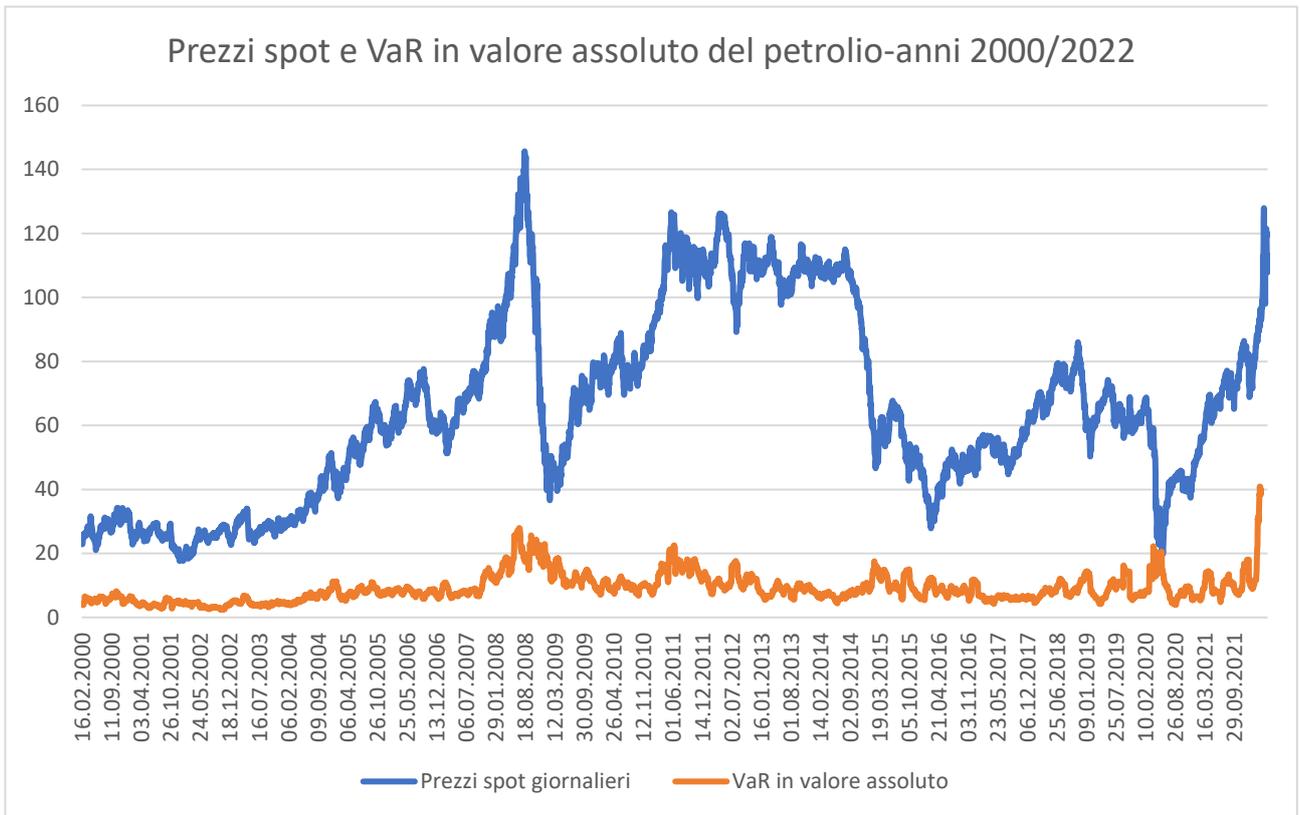


Di seguito sono presentati i grafici relativi ai VaR al 99% di rame, petrolio, gas e argento:

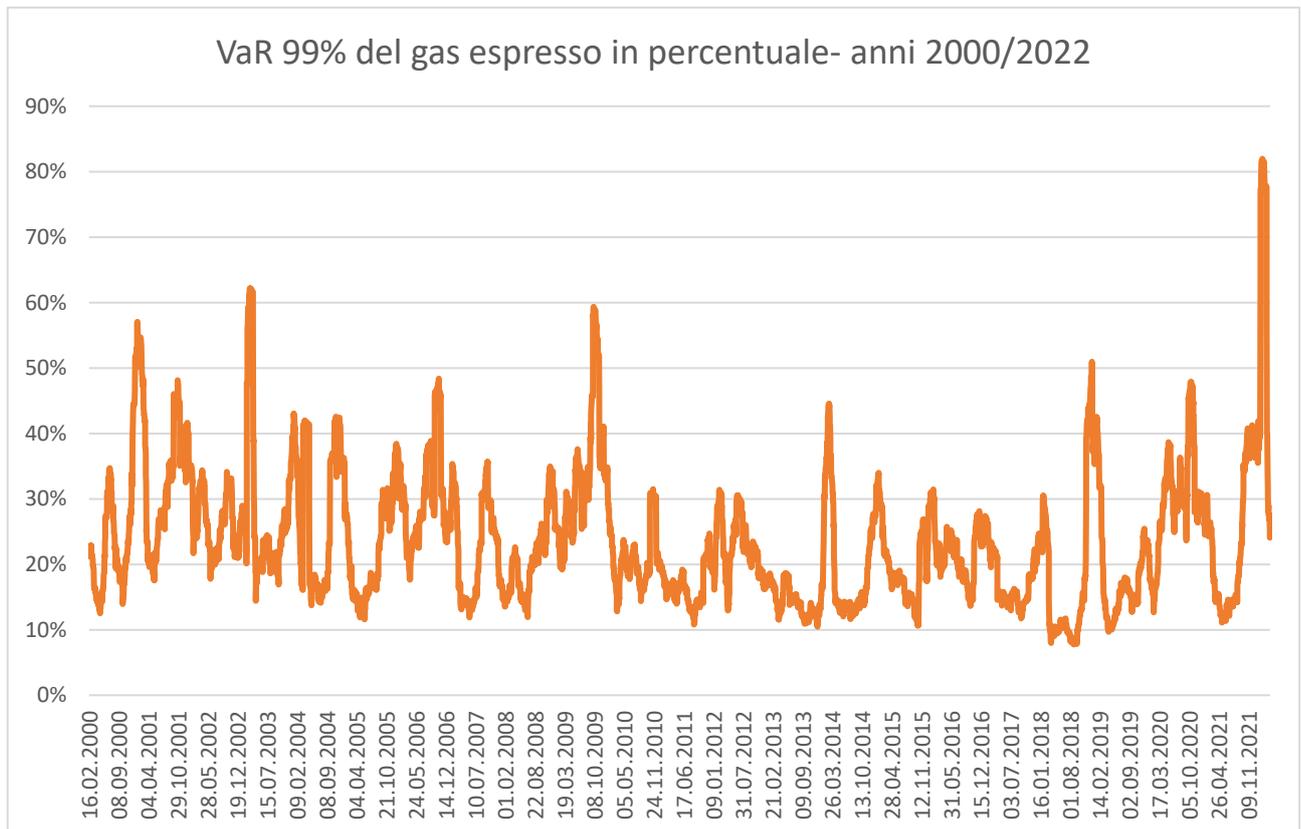
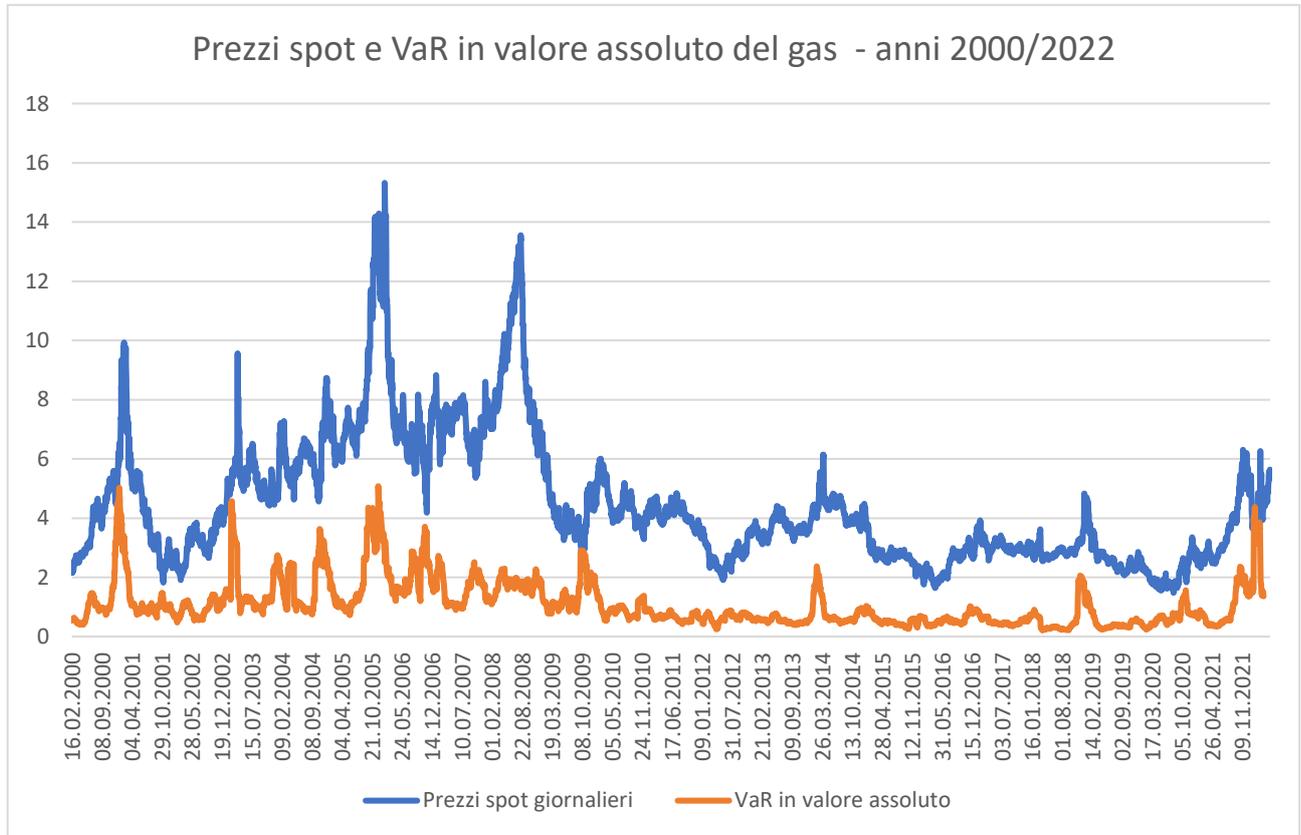
## 2-Rame



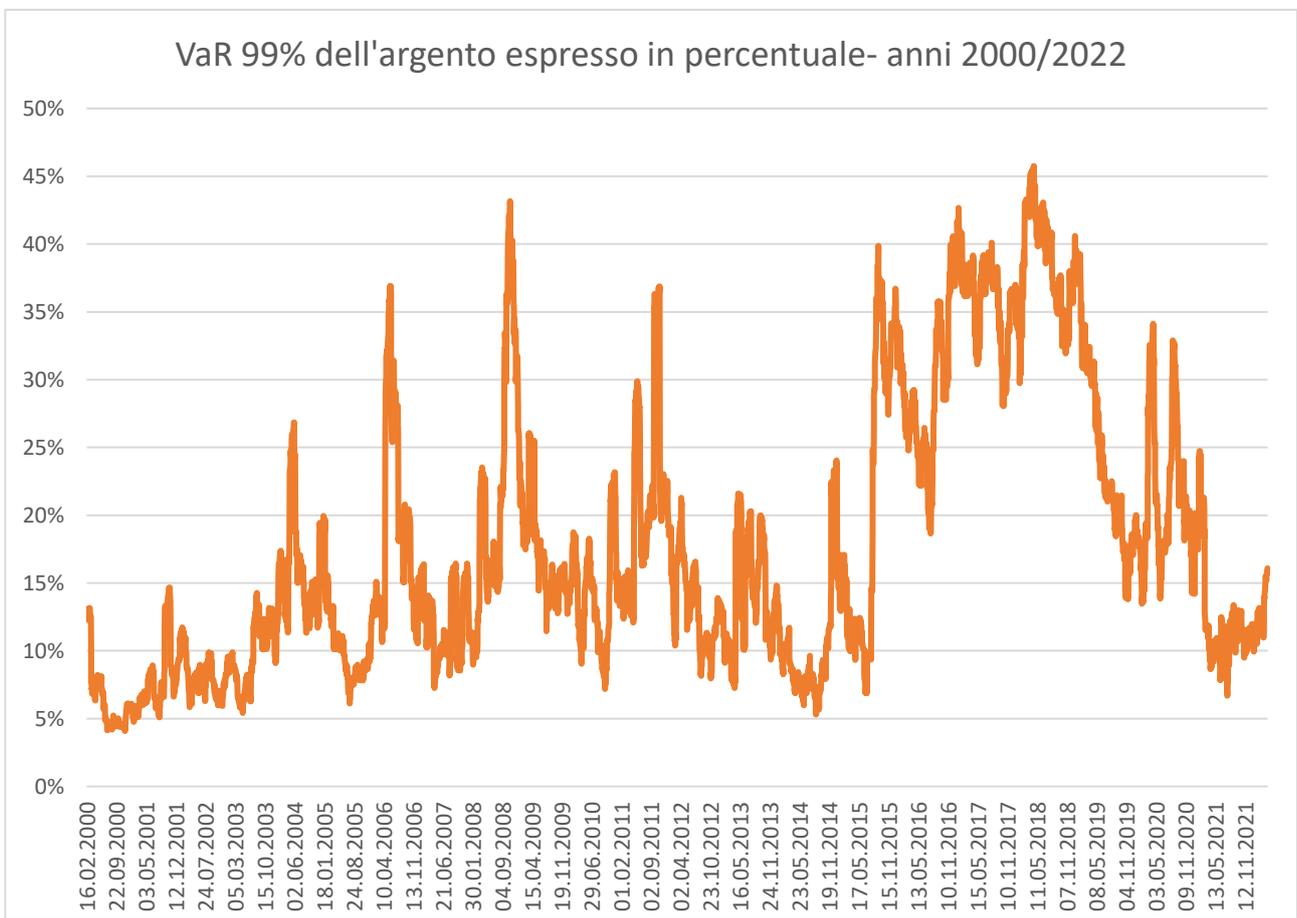
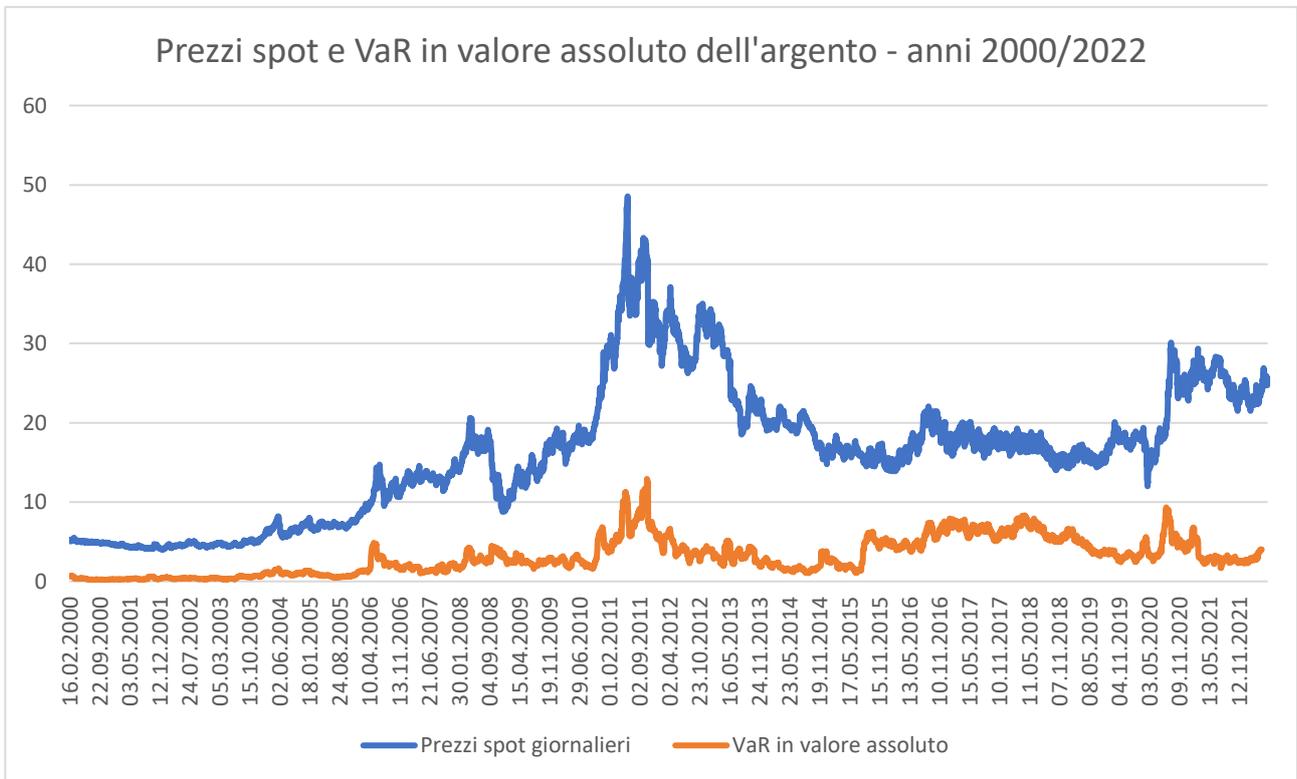
### 3-Petrolio



## 4-Gas



## 5-Argento



Dall'osservazione di questi grafici occorre sottolineare alcuni aspetti:

- Come accade per il caffè, anche per le altre materie prime in presenza di crisi, si verifica un innalzamento del VaR%, constatabile osservando l'ultimo trimestre del 2008 dove il rame e petrolio, che toccano Valori al Rischio del 45%, il gas che supera il 55% e l'argento raggiunge circa il 42%. Lo stesso accade nella prima metà del 2020, in seguito allo scoppio della pandemia, dove si registrano percentuali pari al 65% per il petrolio (massimo assoluto raggiunto), superiori al 40% per il gas e circa il 32% per l'argento.
- Nel momento in cui c'è un crollo del prezzo spot, questo è accompagnato da un innalzamento repentino del VaR percentuale. Si veda la diminuzione delle quotazioni avvenute nel 2008 del rame e del petrolio che passarono rispettivamente da 3,95 \$/libbra a circa 1,5 \$/libbra e da 141 \$/barile a 40 \$/barile.
- Calcolando la media dei VaR% per ogni materia prima, che fornisce un'idea di quanto la rischiosità dell'asset vari nel tempo, si ottengono i seguenti risultati: rame con 11,25%, caffè con 15,14, petrolio con 15,39%, argento con 17,92% e gas con 23,70%.
- L'argento presenta un andamento del VaR% composto da continue ed importanti oscillazioni, molto diverso rispetto a quello delle altre materie prime prese in esame. Questo è legato alla sua proprietà di essere un bene rifugio, caratteristica approfondita nei capitoli precedenti, che porta il suo prezzo a reagire ai fenomeni geopolitici che avvengono in maniera differente dalle altre commodities.
- Particolare attenzione in vista dell'immediato futuro va riservata al gas, il cui VaR ha toccato punte mai viste prima fino all'80% nei primi mesi del 2022 a causa dell'inizio del conflitto bellico tra Ucraina e Russia (uno dei più importanti produttori ed esportatori di gas).

- Nonostante quanto appena detto, visto momento in cui si sono raccolti i dati più recenti (31/03/2022), non si possiede materiale sufficiente per valutare tutti gli effetti che la guerra in Ucraina sta avendo sull'economia globale.

## 4.4 Verifica e limiti del modello: backtesting

In questa sezione si intende testare la bontà del modello parametrico con cui si è calcolato il VaR nel capitolo precedente. In particolare, si intende svolgere un'operazione di backtesting. Il VaR è uno strumento predittivo, che fornisce in un tempo  $t$  delle stime di perdita inattesa *per periodi futuri*. In questo contesto il **backtesting** è un test utile per verificare a posteriori se i valori calcolati con il VaR siano effettivamente corretti. In altre parole, dopo aver stimato nella sezione precedente che al 15/02/2000 la perdita massima nei 10 giorni successivi per il caffè avrebbe dovuto essere 15,14 centesimi di \$, con il backtesting si va a verificare che sia stato effettivamente così.

***Per compiere quest'analisi si è partiti dal seguente criterio generale: perché il modello VaR sia attendibile occorre che le svalutazioni effettive delle commodities protagoniste, rilevate nel periodo in analisi, risultino superiori alla stima VaR con una frequenza coerente con il livello di confidenza prescelto nel modello.***

Nel nostro caso, avendo scelto un intervallo di confidenza del 99%, se il VaR giornaliero stimato ad una data  $t$  è pari ad  $X$ , si dovrebbe osservare che le perdite effettive superiori ad  $X$  che si sono verificate tra  $t+1$  e  $t+10$  siano solo l'1% dei casi.

Si riporta un esempio per chiarezza, estratto dai dati relativi al caffè dove il t presente in tabella qui sotto corrisponde al 17/10/2000

Esempio caffè	VaR	Prezzi	Perdita effettiva	Frequenza eccezioni
t	-14,9508	87,78757	0	0
t+1		87,34234	0,445225403	0
t+2		85,79198	1,99558556	0
t+3		83,27133	4,51624226	0
t+4		77,62619	10,16138189	0
t+5		78,41635	9,371220447	0
t+6		77,2291	10,55846859	0
t+7		74,60573	13,18184031	0
t+8		74,80798	12,97958346	0
t+9		72,72889	<b><u>15,05867396</u></b>	<b><u>1</u></b>
t+10		73,61663	14,1709381	0

Dato un VaR calcolato al tempo t pari a 14,95 centesimi di \$ e un prezzo spot pari a 87,78, con il backtesting si vanno a calcolare le perdite effettive tra t e t+10 ovvero la differenza tra 87,787 e i vari prezzi in t+1, t+2,...,t+10:

$$0,445 = 87,787 - 87,342; \quad 1,998 = 87,787 - 85,791 \text{ e così via.}$$

A questo punto si controlla che le perdite effettive siano inferiori in valore assoluto al VaR. Se ciò non accade e la perdita effettiva è maggiore di quella stimata dal VaR come in t+9, si incrementa di uno il contatore delle frequenze assolute delle "eccezioni". Si ripete la procedura in maniera

iterativa per tutte le osservazioni. Per esaminare l'attendibilità del modello del VaR e la sua reazione ai diversi contesti politico-economici si è svolta un'analisi annuale per ogni materia prima, suddividendo l'intero intervallo temporale 2020-2022 in sottoperiodi che vanno dal 1/01 al 31/12 di ogni anno.

***Se il rapporto tra la frequenza delle eccezioni sulla frequenza totale di osservazioni annuali è uguale o minore rispetto alla frequenza suggerita dall'intervallo di confidenza scelto, si può considerare adeguato il modello VaR.***

Riprendendo l'esempio del caffè, si ha che nel 2000 sono stati estratti dati fino a contare 249 osservazioni di prezzi spot totali. Da queste, occorre sottrarre le prime trenta (ragionamento valido solo per il primo anno di osservazioni) che non sono utili per il test in quanto usati solo per stimare la volatilità. Si hanno quindi 219 osservazioni totali per l'anno 2000. A fronte di queste, è stato evidenziato un solo caso in cui la perdita effettiva sia risultata maggiore di quella stimata. La frequenza di eccezioni espressa in percentuale dell'anno considerato allora sarà  $\frac{1}{219} = 0,4556\%$  che è minore dell'1% previsto dal modello VaR al 99%.

Alla luce di questi dati, nell'anno specificato si può affermare che il modello VaR risulta valido.

Di seguito si riportano i risultati ottenuti per tutte le commodities seguendo il procedimento appena illustrato. [91-92]

CAFFE'				
Anno	Frequenza	Tot oss	Percentuale	Verifica rapida
2000	1	219	0,4566%	NO r
2001	0	243	0,0000%	Modello rapido verificato
2002	0	248	0,0000%	Modello rapido verificato
2003	2	249	0,8032%	NO r
2004	0	244	0,0000%	Modello rapido verificato
2005	0	246	0,0000%	Modello rapido verificato
2006	0	250	0,0000%	Modello rapido verificato
2007	0	247	0,0000%	Modello rapido verificato
<b>2008</b>	<b>12</b>	<b>251</b>	<b>4,7809%</b>	<b>NO r</b>
2009	5	250	2,0000%	NO r
2010	0	252	0,0000%	Modello rapido verificato
2011	11	256	4,2969%	NO r
2012	6	254	2,3622%	NO r
2013	3	254	1,1811%	NO r
2014	0	262	0,0000%	Modello rapido verificato
2015	4	252	1,5873%	NO r
2016	0	251	0,0000%	Modello rapido verificato
2017	10	251	3,9841%	NO r
2018	1	252	0,3968%	NO r
2019	0	252	0,0000%	Modello rapido verificato
<b>2020</b>	<b>6</b>	<b>252</b>	<b>2,3810%</b>	<b>NO r</b>
2021	0	252	0,0000%	Modello rapido verificato
<b>2022</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>0,0000%</b>	<b>Modello rapido verificato</b>
RAME				
Anno	Frequenza	Tot oss	Percentuale	Verifica rapida
2000	0	218	0,000%	Modello rapido verificato
2001	1	247	0,405%	NO r
2002	7	247	2,834%	NO r
2003	0	250	0,000%	Modello rapido verificato
2004	7	244	2,869%	NO r
2005	0	246	0,000%	Modello rapido verificato
2006	5	251	1,992%	NO r
2007	11	250	4,400%	NO r
<b>2008</b>	<b>18</b>	<b>251</b>	<b>7,171%</b>	<b>NO r</b>
2009	0	250	0,000%	Modello rapido verificato
2010	11	251	4,382%	NO r
2011	18	252	7,143%	NO r
2012	0	252	0,000%	Modello rapido verificato
2013	7	253	2,767%	NO r
2014	14	252	5,556%	NO r
2015	13	253	5,138%	NO r
2016	0	251	0,000%	Modello rapido verificato
2017	2	251	0,797%	NO r
2018	8	254	3,150%	NO r
2019	0	260	0,000%	Modello rapido verificato
<b>2020</b>	<b>19</b>	<b>257</b>	<b>7,393%</b>	<b>NO r</b>
2021	0	258	0,000%	Modello rapido verificato
<b>2022</b>	<b>0</b>	<b>64</b>	<b>0,000%</b>	<b>Modello rapido verificato</b>

PETROLIO				
Anno	Frequenza	Tot oss	Percentuale	Verifica rapida
2000	8	217	3,687%	NO r
2001	13	246	5,285%	NO r
2002	8	245	3,265%	NO r
2003	11	248	4,435%	NO r
2004	4	242	1,653%	NO r
2005	0	243	0,000%	Modello rapido verificato
2006	12	251	4,781%	NO r
2007	1	250	0,400%	NO r
<b>2008</b>	<b>7</b>	<b>251</b>	<b>2,789%</b>	<b>NO r</b>
2009	0	250	0,000%	Modello rapido verificato
2010	7	252	2,778%	NO r
2011	6	257	2,335%	NO r
2012	6	258	2,326%	NO r
2013	10	258	3,876%	NO r
2014	28	258	10,853%	NO r
2015	7	257	2,724%	NO r
2016	2	257	0,778%	NO r
2017	4	257	1,556%	NO r
2018	14	258	5,426%	NO r
2019	9	258	3,488%	NO r
<b>2020</b>	<b>26</b>	<b>256</b>	<b>10,156%</b>	<b>NO r</b>
2021	13	258	5,039%	NO r
<b>2022</b>	<b>2</b>	<b>64</b>	<b>3,125%</b>	<b>NO r</b>
GAS NATURALE				
Anno	Frequenza	Tot oss	Percentuale	Verifica rapida
2000	2	218	0,917%	NO r
2001	2	246	0,813%	NO r
2002	0	249	0,000%	Modello rapido verificato
2003	0	250	0,000%	Modello rapido verificato
2004	4	244	1,639%	NO r
2005	2	246	0,813%	NO r
2006	1	250	0,400%	NO r
2007	3	250	1,200%	NO r
<b>2008</b>	<b>12</b>	<b>251</b>	<b>4,781%</b>	<b>NO r</b>
2009	0	250	0,000%	Modello rapido verificato
2010	0	251	0,000%	Modello rapido verificato
2011	0	252	0,000%	Modello rapido verificato
2012	5	252	1,984%	NO r
2013	0	256	0,000%	Modello rapido verificato
2014	0	259	0,000%	Modello rapido verificato
2015	9	259	3,475%	NO r
2016	4	259	1,544%	NO r
2017	0	259	0,000%	Modello rapido verificato
2018	3	261	1,149%	NO r
2019	4	260	1,538%	NO r
<b>2020</b>	<b>0</b>	<b>257</b>	<b>0,000%</b>	<b>Modello rapido verificato</b>
2021	0	258	0,000%	Modello rapido verificato
<b>2022</b>	<b>0</b>	<b>64</b>	<b>0,000%</b>	<b>Modello rapido verificato</b>

ARGENTO				
Anno	Frequenza	Tot oss	Percentuale	Verifica rapida
2000	0	218	0,000%	Modello rapido verificato
2001	6	247	2,429%	NO r
2002	9	248	3,629%	NO r
2003	0	244	0,000%	Modello rapido verificato
2004	18	241	7,469%	NO r
2005	0	245	0,000%	Modello rapido verificato
2006	8	251	3,187%	NO r
2007	13	250	5,200%	NO r
<b>2008</b>	<b>22</b>	<b>251</b>	<b>8,765%</b>	<b>NO r</b>
2009	0	250	0,000%	Modello rapido verificato
2010	1	252	0,397%	NO r
2011	18	258	6,977%	NO r
2012	0	268	0,000%	Modello rapido verificato
2013	17	282	6,028%	NO r
2014	11	307	3,583%	NO r
2015	0	305	0,000%	Modello rapido verificato
2016	0	303	0,000%	Modello rapido verificato
2017	0	303	0,000%	Modello rapido verificato
2018	0	306	0,000%	Modello rapido verificato
2019	0	305	0,000%	Modello rapido verificato
<b>2020</b>	<b>8</b>	<b>295</b>	<b>2,712%</b>	<b>NO r</b>
2021	0	302	0,000%	Modello rapido verificato
<b>2022</b>	<b>0</b>	<b>38</b>	<b>0,000%</b>	<b>Modello rapido verificato</b>

Ad una prima osservazione emerge immediatamente che il VaR ha presentato stime inadeguate diverse volte rispetto a quello che poi si è verificato in realtà. In linea di massima queste anomalie si verificano in anni diversi per le differenti materie prime, ma c'è un aspetto comune per tutte. ***Negli anni di crisi (2008 e 2020) in nessun caso il modello è stato validato. Questo sottolinea il fatto che il VaR fornisce una stima probabilistica, che in quanto tale per definizione è fallibile. I suoi limiti si evidenziano in particolar modo nei periodi di crisi, in cui il timore finanziario generale spesso finisce per influire sull'andamento dei mercati, smentendo le previsioni svolte precedentemente.*** Per quanto riguarda il 2022 invece, come accennato precedentemente non si possiedono abbastanza dati per verifiche concrete.

I ragionamenti appena presentati ignorano implicitamente un problema cruciale, relativo alla numerosità delle osservazioni. Infatti, secondo il test appena svolto, ci si accontenta che il numero di eccezioni annuali sia superiore anche solo di un'unità rispetto a quanto stimato dal VaR per rifiutare il modello. In altri termini, la verifica svolta qui sopra prevede che con un VaR al 99%, disponendo di 100 osservazioni, affinché il test abbia esito positivo bisognerebbe ottenere al massimo una eccezione (o in maniera equivalente con 10 000 osservazioni bisognerebbe ottenere al massimo 100 eccezioni). Nel caso in cui se ne ottengano 2 (o 101) il modello andrebbe considerato inadeguato. In realtà però, questo approccio risulta **eccessivamente severo**, e per un'analisi più completa occorre introdurre alcune nozioni di statistica.

Per effettuare test statistici di questo tipo si ricorre spesso al **test chi quadrato  $\chi^2$** , che attraverso l'uso di una distribuzione chi quadro permettono di rifiutare o accettare ipotesi nulle definite. Un esempio concreto è quello di utilizzare questo test per verificare che una moneta non sia truccata. Infatti, chiunque abbia un minimo di basi statistiche, è portato ad affermare che dopo cento lanci di una moneta dovremmo ottenere la metà delle volte testa e l'altra metà croce. Se le frequenze osservate discostano tanto da quelle teoriche previste dalla distribuzione binomiale, intuitivamente sorge il dubbio che vi sia qualche inganno. ***Per ottenere una risposta valida statisticamente a questo caso, e quindi per comprendere se le discrepanze tra stime e risultati ottenuti siano imputabili al caso oppure ad un errore nel modello, si utilizza il test chi quadrato.***

Nel nostro caso, ipotizzando che la sequenza delle eccezioni sia descrivibile come una serie di variabili casuali indipendenti e identicamente distribuite la probabilità teorica di osservare  $n$  eccezioni su un campione di  $N$  osservazioni è descrivibile da una distribuzione binomiale e quindi dalla formula:

$$Prob[n, \lambda, N] = \binom{N}{n} \lambda^n (1 - \lambda)^{N-n}$$

Quindi, dato  $\pi$  = frequenza delle eccezioni osservate, si può verificare l'ipotesi nulla che  $\pi = \lambda$  calcolando il rapporto di verosimiglianza LR:

$$LR(\lambda) = -2 \operatorname{Ln} \left[ \frac{\lambda^n (1 - \lambda)^{N-n}}{\pi^n (1 - \pi)^{N-n}} \right]$$

Per una migliore comprensione, si precisa che al numeratore è presente la probabilità di ottenere la frequenza di eccezioni prevista dal modello teorico del VaR e al denominatore quella di ottenere la frequenza di eccezioni che realmente è stata osservata da un controllo a posteriori. Se  $LR(\lambda) = 0 \rightarrow \pi = \lambda$  cioè il modello è PERFETTAMENTE adeguato, ma si continua a considerare valido fino a quando il rapporto di verosimiglianza è minore o uguale del valore della chi-quadrato all'1% e con 1 grado di libertà cioè in formule:

$$LR(\lambda) \leq \chi^2(1\% ; 1 \text{ grado di liberta'})$$

Il valore del chi-quadrato a destra della disuguaglianza è stato ricavato dalle tavole statistiche apposite ed è pari a 6,635.

Di seguito vengono presentati i risultati ottenuti per tutte le materie prime. Il modello risulta verificato negli anni in cui  $LR(\lambda)$  è minore o uguale di 6,635.

CAFFE'					
Anno	n	N	$\tau\tau$	LR( $\lambda$ )	Verifica Verosimiglianza LR
2000	1	219	0,0046	-1,5678	Modello verificato
2001	0	243	0,0000	4,8845	Modello verificato
2002	0	248	0,0000	4,9850	Modello verificato
2003	2	249	0,0080	-0,8765	Modello verificato
2004	0	244	0,0000	4,9046	Modello verificato
2005	0	246	0,0000	4,9448	Modello verificato
2006	0	250	0,0000	5,0252	Modello verificato
2007	0	247	0,0000	4,9649	Modello verificato
<b>2008</b>	<b>12</b>	<b>251</b>	<b>0,0478</b>	<b>37,5510</b>	<b>NO</b>
2009	5	250	0,0200	6,9315	NO
2010	0	252	0,0000	5,0654	Modello verificato
2011	11	256	0,0430	32,0735	NO
2012	6	254	0,0236	10,3151	NO
2013	3	254	0,0118	0,9987	Modello verificato
2014	0	262	0,0000	5,2664	Modello verificato
2015	4	252	0,0159	3,6963	Modello verificato
2016	0	251	0,0000	5,0453	Modello verificato
2017	10	251	0,0398	27,6460	NO
2018	1	252	0,0040	-1,8485	Modello verificato
2019	0	252	0,0000	5,0654	Modello verificato
<b>2020</b>	<b>6</b>	<b>252</b>	<b>0,0238</b>	<b>10,4100</b>	<b>NO</b>
2021	0	252	0,0000	5,0654	Modello verificato
<b>2022</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>0,0000</b>	<b>1,2462</b>	<b>Modello verificato</b>

RAME					
Anno	n	N	$\tau\tau$	LR( $\lambda$ )	Verifica Verosimiglianza LR
2000	0	218	0,0000	4,3819	Modello verificato
2001	1	247	0,0040	1,1404	Modello verificato
2002	7	247	0,0283	5,6081	Modello verificato
2003	0	250	0,0000	5,0252	Modello verificato
2004	7	244	0,0287	5,7214	Modello verificato
2005	0	246	0,0000	4,9448	Modello verificato
2006	5	251	0,0199	1,9366	Modello verificato
2007	11	250	0,0440	15,8906	NO
<b>2008</b>	<b>18</b>	<b>251</b>	<b>0,0717</b>	<b>40,9295</b>	<b>NO</b>
2009	0	250	0,0000	5,0252	Modello verificato
2010	11	251	0,0438	15,8209	NO
2011	18	252	0,0714	40,8011	NO
2012	0	252	0,0000	5,0654	Modello verificato
2013	7	253	0,0277	5,3879	Modello verificato
2014	14	252	0,0556	25,5909	NO
2015	13	253	0,0514	22,0589	NO
2016	0	251	0,0000	5,0453	Modello verificato
2017	2	251	0,0080	0,1125	Modello verificato
2018	8	254	0,0315	78,6275	NO
2019	0	260	0,0000	5,2262	Modello verificato
<b>2020</b>	<b>19</b>	<b>257</b>	<b>0,0739</b>	<b>44,2448</b>	<b>NO</b>
2021	0	258	0,0000	5,1860	Modello verificato
<b>2022</b>	<b>0</b>	<b>64</b>	<b>0,0000</b>	<b>1,2864</b>	<b>Modello verificato</b>

PETROLIO					
Anno	n	N	$\tau\tau$	LR( $\lambda$ )	Verifica Verosimiglianza LR
2000	8	217	0,0369	9,3751	NO
2001	13	246	0,0528	22,6674	NO
2002	8	245	0,0327	7,9616	NO
2003	11	248	0,0444	16,0311	NO
2004	4	242	0,0165	0,8707	Modello verificato
2005	0	243	0,0000	4,8845	Modello verificato
2006	12	251	0,0478	18,9381	NO
2007	1	250	0,0040	1,1765	Modello verificato
<b>2008</b>	<b>7</b>	<b>251</b>	<b>0,0279</b>	<b>5,4604</b>	<b>Modello verificato</b>
2009	0	250	0,0000	5,0252	Modello verificato
2010	7	252	0,0278	5,4241	Modello verificato
2011	6	257	0,0233	3,3607	Modello verificato
2012	6	258	0,0233	3,3336	Modello verificato
2013	10	258	0,0388	12,4736	NO
2014	28	258	0,1085	85,3055	NO
2015	7	257	0,0272	5,2456	Modello verificato
2016	2	257	0,0078	0,1382	Modello verificato
2017	4	257	0,0156	0,6872	Modello verificato
2018	14	258	0,0543	25,0339	NO
2019	9	258	0,0349	9,8126	NO
<b>2020</b>	<b>26</b>	<b>256</b>	<b>0,1016</b>	<b>75,8987</b>	<b>NO</b>
2021	13	258	0,0504	21,6372	NO
<b>2022</b>	<b>2</b>	<b>64</b>	<b>0,0313</b>	<b>1,8671</b>	<b>Modello verificato</b>
GAS NATURALE					
Anno	n	N	$\tau\tau$	LR( $\lambda$ )	Verifica Verosimiglianza LR
2000	2	218	0,0092	0,0154	Modello verificato
2001	2	246	0,0081	0,0928	Modello verificato
2002	0	249	0,0000	5,0051	Modello verificato
2003	0	250	0,0000	5,0252	Modello verificato
2004	4	244	0,0164	0,8445	Modello verificato
2005	2	246	0,0081	0,0928	Modello verificato
2006	1	250	0,0040	1,1765	Modello verificato
2007	3	250	0,0120	0,0949	Modello verificato
<b>2008</b>	<b>12</b>	<b>251</b>	<b>0,0478</b>	<b>18,9381</b>	<b>NO</b>
2009	0	250	0,0000	5,0252	Modello verificato
2010	0	251	0,0000	5,0453	Modello verificato
2011	0	252	0,0000	5,0654	Modello verificato
2012	5	252	0,0198	1,9165	Modello verificato
2013	0	256	0,0000	5,1458	Modello verificato
2014	0	259	0,0000	5,2061	Modello verificato
2015	9	259	0,0347	9,7618	NO
2016	4	259	0,0154	0,6649	Modello verificato
2017	0	259	0,0000	5,2061	Modello verificato
2018	3	261	0,0115	0,0562	Modello verificato
2019	4	260	0,0154	0,6539	Modello verificato
<b>2020</b>	<b>0</b>	<b>257</b>	<b>0,0000</b>	<b>5,1659</b>	<b>Modello verificato</b>
2021	0	258	0,0000	5,1860	Modello verificato
<b>2022</b>	<b>0</b>	<b>64</b>	<b>0,0000</b>	<b>1,2864</b>	<b>Modello verificato</b>

ARGENTO					
Anno	n	N	$\tau\tau$	LR( $\lambda$ )	Verifica Verosimiglianza LR
2000	0	218	0,0000	4,3819	Modello verificato
2001	6	247	0,0243	3,6417	Modello verificato
2002	9	248	0,0363	10,3361	NO
2003	0	244	0,0000	4,9046	Modello verificato
2004	18	241	0,0747	42,2484	NO
2005	0	245	0,0000	4,9247	Modello verificato
2006	8	251	0,0319	7,6887	NO
2007	13	250	0,0520	22,3170	NO
<b>2008</b>	<b>22</b>	<b>251</b>	<b>0,0876</b>	<b>58,1037</b>	<b>NO</b>
2009	0	250	0,0000	5,0252	Modello verificato
2010	1	252	0,0040	1,2007	Modello verificato
2011	18	258	0,0698	40,0432	NO
2012	0	268	0,0000	5,3870	Modello verificato
2013	17	282	0,0603	33,4529	NO
2014	11	307	0,0358	12,4255	NO
2015	0	305	0,0000	6,1307	Modello verificato
2016	0	303	0,0000	6,0905	Modello verificato
2017	0	303	0,0000	6,0905	Modello verificato
2018	0	306	0,0000	6,1508	Modello verificato
2019	0	305	0,0000	6,1307	Modello verificato
<b>2020</b>	<b>8</b>	<b>295</b>	<b>0,0271</b>	<b>5,9500</b>	<b>Modello verificato</b>
2021	0	302	0,0000	6,0704	Modello verificato
<b>2022</b>	<b>0</b>	<b>38</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,7638</b>	<b>Modello verificato</b>

Dalla consultazione degli output è possibile arrivare ad alcune importanti conclusioni.

In primo luogo, ***è evidente come passando da un test basato su considerazioni intuitive ma non rigorosamente scientifiche ad un test che si serve di nozioni statistiche e distribuzioni appropriate il risultato migliora nettamente (il VaR risulta più attendibile)***: si passa infatti dalle 69 volte totali in cui il modello VaR era risultato inadeguato nel primo caso alle 35 del secondo approccio su un totale di 115 test (23 per ogni materia prima, sulle 5 analizzate). A tal proposito si veda la tabella riassuntiva alla pagina seguente, dove "V r." equivale a verificato tramite modello rapido, "V" corrisponde a verificato tramite test statistico del rapporto di verosimiglianza.

Anno	CAFFÈ			RAMÈ			PETROLIO			GAS NATURALE			ARGENTO			TOT No	TOT NO						
	Frequenz	Tot oss	Percentua/Verifica	Verifica R	Frequenz	Tot oss	Percentua/Verifica	Verifica R	Frequenz	Tot oss	Percentua/Verifica	Verifica R	Frequenz	Tot oss	Percentua/Verifica			Verifica R					
2000	1	219	0,4566% V	NO r	0	218	0,000% V	V. r.	8	217	3,687% NO	NO r	2	218	0,917% V	NO r	0	218	0,000% V	V. r.	3	3	1
2001	0	243	0,0000% V	V. r.	1	247	0,405% V	NO r	13	246	5,285% NO	NO r	2	246	0,813% V	NO r	6	247	2,429% V	NO r	4	4	1
2002	0	248	0,0000% V	Modello ra	7	247	2,834% V	NO r	8	245	3,265% NO	NO r	0	249	0,000% V	V. r.	9	248	3,629% NO	NO r	3	2	2
2003	2	249	0,8032% V	NO r	0	250	0,000% V	V. r.	11	248	4,435% NO	NO r	0	250	0,000% V	V. r.	0	244	0,000% V	V. r.	2	1	1
2004	0	244	0,0000% V	V. r.	7	244	2,869% V	NO r	4	242	1,653% V	NO r	4	244	1,639% V	NO r	18	241	7,469% NO	NO r	4	1	1
2005	0	246	0,0000% V	V. r.	0	246	0,000% V	V. r.	0	243	0,000% V	V. r.	2	246	0,813% V	NO r	0	245	0,000% Modello v r.	V. r.	1	0	0
2006	0	250	0,0000% V	V. r.	5	251	1,992% V	NO r	12	251	4,781% NO	NO r	1	250	0,400% V	NO r	8	251	3,187% V	NO r	4	1	1
2007	0	247	0,0000% V	V. r.	11	250	4,400% NO	NO r	1	250	0,400% V	NO r	3	250	1,200% V	NO r	13	250	5,200% V	NO r	4	1	1
2008	12	251	4,7809% NO	NO r	18	251	7,171% NO	NO r	7	251	2,789% V	NO r	12	251	4,781% NO	NO r	22	251	8,765% NO	NO r	5	4	4
2009	5	250	2,0000% NO	NO r	0	250	0,000% V	V. r.	0	250	0,000% V	V. r.	0	250	0,000% V	V. r.	0	250	0,000% V	V. r.	1	1	1
2010	0	252	0,0000% V	V. r.	11	251	4,382% NO	NO r	7	252	2,778% V	NO r	0	251	0,000% V	V. r.	1	252	0,397% V	NO r	3	1	1
2011	11	256	4,2969% NO	NO r	18	252	7,143% NO	NO r	6	257	2,335% V	NO r	0	252	0,000% V	V. r.	18	258	6,977% NO	NO r	4	3	3
2012	6	254	2,3622% NO	NO r	0	252	0,000% V	V. r.	6	258	2,326% V	NO r	5	252	1,984% V	NO r	0	268	0,000% V	V. r.	3	1	1
2013	3	254	1,1811% V	NO r	7	253	2,767% V	NO r	10	258	3,876% NO	NO r	0	256	0,000% V	V. r.	17	282	6,028% NO	NO r	4	2	2
2014	0	262	0,0000% V	V. r.	14	252	5,556% NO	NO r	28	258	10,853% NO	NO r	0	259	0,000% V	V. r.	11	307	3,583% NO	NO r	3	3	3
2015	4	252	1,5873% V	NO r	13	253	5,138% NO	NO r	7	257	2,724% V	NO r	9	259	3,475% NO	NO r	0	305	0,000% V	V. r.	4	2	2
2016	0	251	0,0000% V	V. r.	0	251	0,000% V	V. r.	2	257	0,778% V	NO r	4	259	1,544% V	NO r	0	303	0,000% V	V. r.	2	0	0
2017	10	251	3,9841% NO	NO r	2	251	0,797% V	NO r	4	257	1,556% V	NO r	0	259	0,000% V	V. r.	0	303	0,000% V	V. r.	3	1	1
2018	1	252	0,3968% V	NO r	8	254	3,150% NO	NO r	14	258	5,426% NO	NO r	3	261	1,149% V	NO r	0	306	0,000% V	V. r.	4	2	2
2019	0	252	0,0000% V	V. r.	0	260	0,000% V	V. r.	9	258	3,488% NO	NO r	4	260	1,538% V	NO r	0	305	0,000% V	V. r.	2	1	1
2020	6	252	2,3810% NO	NO r	19	257	7,393% NO	NO r	26	256	10,156% NO	NO r	0	257	0,000% V	V. r.	8	295	2,712% V	NO r	4	3	3
2021	0	252	0,0000% V	V. r.	0	258	0,000% V	V. r.	13	258	5,039% NO	NO r	0	258	0,000% V	V. r.	0	302	0,000% V	V. r.	1	1	1
2022	0	62	0,0000% V	V. r.	0	64	0,000% V	V. r.	2	64	3,125% V	NO r	0	64	0,000% V	V. r.	0	38	0,000% V	V. r.	1	0	0

Nonostante queste differenze tra i due approcci, **viene confermato il trend secondo cui negli anni di crisi** (evidenziati in giallo) **ancora una volta viene fatto registrare il maggior numero di eccezioni nell'intero test minacciando la bontà del modello** (4 per il 2020, ovvero tutte le commodities tranne il petrolio e 3 per il 2019).

**Questo evidenzia che, seppur il modello VaR sia un modello utile perché fornisce un quadro del rischio in termini quantitativi, sono presenti alcuni limiti che si accentuano ancor di più nei periodi di crisi.** Di seguito vi è un elenco dei principali:

- Alcuni aspetti in cui il VaR è carente sono approfonditi dalla teoria dei valori estremi o "**Extreme value theory**", utilizzata per approfondire la conoscenza sui **fenomeni rari**. Questa mira a migliorare uno studio dei dati finanziari basato solamente sull'ipotesi di distribuzione normale. Infatti, specialmente quando si parla di rischi, ricoprono particolare importanza le code delle distribuzioni che rappresentano i peggiori (o migliori) scenari possibili. Per un'analisi ancor più completa sui pericoli legati ad un investimento occorre quindi focalizzarsi sui valori estremi, la cui frequenza però è molto sottostimata dalla distribuzione normale.

Questo accade perché in una distribuzione statistica si hanno generalmente molte osservazioni nella parte centrale e intorno alla media mentre ve ne sono poche nelle code. Quindi, si hanno stime più attendibili nella parte centrale rispetto alle estremità. Per questi motivi, la E.V.T non prende in esame tutte le osservazioni, ma privilegia quelle estreme, in modo tale da modellare efficacemente le code della distribuzione, trascurando la sua forma complessiva.

Quello che viene fatto in concreto è definire una soglia che fa da spartiacque tra le osservazioni che saranno prese in analisi (quelle più sinistra, o peggiori) e quelle che saranno ignorate nel modello, in

modo tale da estrarre di fatto solo quelli che sarebbe considerati "outlayer". Prendendo in esame solo gli scenari che presentano le perdite maggiori si ottengono quindi stime più approfondite dell'entità dei rischi effettivi.

- Il VaR rappresenta una misura puntuale ma ***non fornisce alcuna informazione sulle perdite potenziali oltre il livello di confidenza (e quindi sulla worst loss).***
- ***Per portafogli con distribuzioni non ellittiche (ad esempio distribuzioni a code grasse, asimmetriche ecc...) il VaR non rispetta il criterio di sub-additività.***

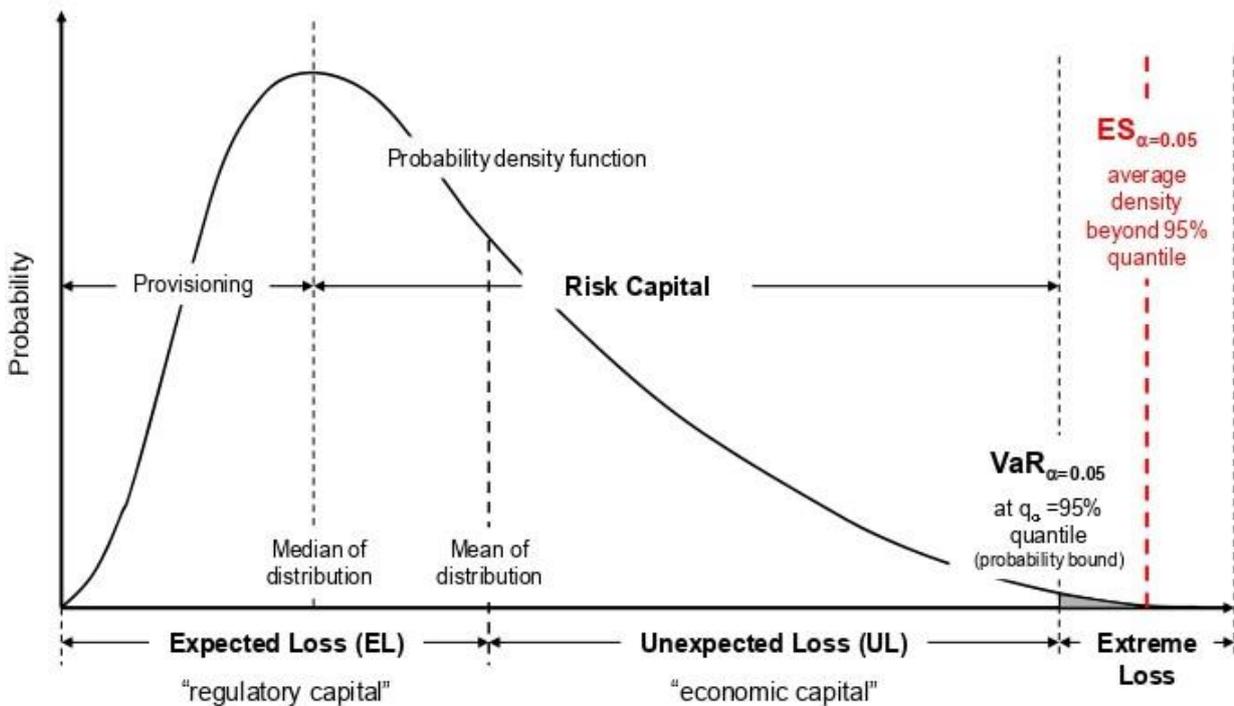
Il principio di sub-additività è quello che sta alla base delle tecniche di risk management e prevede che il rischio può essere ridotto con la diversificazione. In altre parole, *il rischio di un portafoglio composto da due titoli deve essere minore o uguale della somma dei rischi dei singoli titoli.* In formula, data  $\rho(x)$  una misura del rischio sulla posizione  $x$  si ha che:

$$\rho(x_1 + x_2) \leq \rho(x_1) + \rho(x_2)$$

Mentre per misure del rischio come, ad esempio, la varianza questa relazione è verificata, per il VaR non è sempre così. Per ovviare a questo problema è stato introdotto un'altra misura di rischio definita come **EXPECTED SHORTFALL** che rappresenta la media delle perdite attese condizionatamente al fatto che le perdite siano superiori al livello del VaR (o equivalentemente la media delle perdite nel peggiore  $\alpha\%$  dei casi). Con  $L = \text{Loss}$  si ha che:

$$ES_{\alpha} = E(L | L > VaR_{\alpha}(L))$$

L'ES, che, come intuitivo, è strettamente connesso al VaR anche nelle modalità di calcolo, gode della proprietà di sub-additività, risolvendo così il problema sopra esposto.



Fonte immagine: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2013/wp1354.pdf>

Per concludere, con l'obiettivo di sopperire a tali carenze, il comitato di Basilea prevede che i modelli interni del VaR utilizzati dagli intermediari finanziari siano soggetti a verifiche periodiche e nel caso in cui risultino inadeguati il requisito patrimoniale viene corretto per un fattore moltiplicativo del VaR.

## Conclusioni

L'elaborato si è voluto presentare come un approfondimento riguardante il mercato delle materie prime, argomento attualmente di assoluto interesse a causa degli eventi geopolitici che sono accaduti negli ultimi anni e che tutt'ora stanno generando effetti importanti sull'economia globale.

Per far ciò, il punto di partenza è stato riassumere come si è passati dal baratto alle forme evolute dei mercati presenti al giorno d'oggi, descrivendo in particolar modo il funzionamento del mercato delle commodities e degli strumenti finanziari derivati ad esse connessi.

Nella prima parte sono state presentate nel dettaglio le cinque materie prime scelte per le analisi quantitative svolte, protagoniste dell'intera ricerca: caffè, rame, petrolio, gas e argento. La loro scelta è stata dettata dall'esigenza di studiare un gruppo più eterogeneo possibile, formato da beni che rappresentassero settori diversi: quello agricolo, quello dei metalli, quello energetico (petrolio e gas) e quello dei metalli preziosi. Per ogni commodity si sono indagati i fattori determinanti per comprendere le oscillazioni dei prezzi evidenziando qual è stato il loro andamento dall'anno 2000 ad oggi. Per uno studio di tipo quantitativo-sperimentale sono stati estratti i valori giornalieri dei futures scritti sulle materie prime oggetto di studio dal sito [www.investing.com](http://www.investing.com), per poi ricavare i rispettivi prezzi spot. Con il fine di concentrarsi solo sul mercato delle materie prime, si è scelto di far riferimento ai dati della borsa americana del NYMEX, in modo tale che tutti i prezzi fossero espressi in dollari americani senza l'esigenza di far alcun tipo di ragionamento sui tassi di cambio. Per completezza è necessario precisare che per svolgere un'analisi più efficace possibile, le date in cui sono stati considerati i prezzi sono il risultato di un'operazione di join tra le singole quotazioni delle materie prime e quelle disponibili online del rendimento dei titoli di stato americani.

Ad un'osservazione globale emerge che i prezzi delle materie prime sono cresciuti negli anni e questo è legato senza dubbio al fenomeno dell'inflazione, tratto rilevante del nostro sistema economico moderno.

Quindi, è stata inserita una panoramica sulle tre grandi crisi che hanno coinvolto il XXI secolo fino ad adesso (bolla immobiliare, Covid, guerra in Ucraina), sottolineando le cause e le conseguenze sia sull'economia che sulle materie prime

prese in analisi. Nel complesso, in questi momenti, è stata rilevato un repentino innalzamento della volatilità e un aumento della frequenza oscillatoria delle quotazioni delle commodities. Infatti, in molti casi, è proprio in questi periodi che si raggiungono i massimi e i minimi storici in tutto il periodo (si vedano ad esempio rame e petrolio dopo lo scoppio della crisi del 2008).

Nella seconda parte è stata dimostrata sperimentalmente l'efficienza in forma debole dei mercati, attraverso l'utilizzo della tecnica di regressione con un intervallo di confidenza del 99%.

Si è scelto nell'impostazione della regressione come variabile indipendente Y i log-rendimenti giornalieri  $r(t)$  delle cinque commodities prese in analisi, e variabile dipendente X i log-rendimenti giornalieri del periodo precedente  $r(t-1)$ . Dagli output presentano un  $R^2$  molto piccolo per tutte e cinque le materie prime, e quindi solo una piccola percentuale di variabilità di Y può essere spiegata da X, confermando l'ipotesi di efficienza debole come evidenziato nella tabella riassuntiva qui sotto.

<b>Caffè</b>			
	<i>Coefficienti</i>	<i>Errore standard</i>	$R^2$
Intercetta	1,020573092	0,01339693	<b><u>0,000229707</u></b>
Variabile X1	-0,020222302	0,013389204	
<b>Rame</b>			
	<i>Coefficienti</i>	<i>Errore standard</i>	$R^2$
Intercetta	0,000333822	0,000223314	<b><u>0,006600523</u></b>
Variabile X1	-0,082326714	0,013331421	
<b>Gas</b>			
	<i>Coefficienti</i>	<i>Errore standard</i>	$R^2$
Intercetta	0,000181606	0,000465711	<b><u>0,004687102</u></b>
Variabile X1	-0,069742354	0,013298563	
<b>Petrolio</b>			
	<i>Coefficienti</i>	<i>Errore standard</i>	$R^2$
Intercetta	0,000276816	0,000313351	<b><u>0,000528601</u></b>
Variabile X1	-0,026587756	0,013341911	
<b>Argento</b>			
	<i>Coefficienti</i>	<i>Errore standard</i>	$R^2$
Intercetta	0,000335527	0,000340912	<b><u>0,081619193</u></b>
Variabile X1	-0,285925929	0,012337678	

Questo risultato ha portato a validare il principio di non arbitraggio all'interno dei mercati delle materie prime, e di conseguenza ha legittimato l'utilizzo della seguente formula per ricavare i prezzi spot dai prezzi futures.

$$P = F * e^{-i*T}$$

Si è svolta in maniera analoga a quella sopra un'ulteriore regressione ma identificando come variabile dipendente  $r(t-2)$ . Visti i valori della statistica t di Student e del p-value, che rappresenta la probabilità di rifiutare erroneamente l'ipotesi nulla quando invece è vera, possiamo ragionevolmente sostenere che vi sia un rapporto di indipendenza tra le due variabili. Infatti, il p-value risulta sempre maggiore del 5% (uguale a 100% meno il 95% che è il livello di confidenza della regressione) e il t sempre compreso nell'intervallo (-1.96;1.96).

Qui il quadro ottenuto:

<i>Commodity</i>	<i>p-value</i>	<i>p-value in percentuale</i>	<i>Stat t</i>
caffè	0,114816	11,48%	-1,577
rame	0,986174	98,62%	-0,017
petrolio	0,651288	65,13%	0,452
gas	0,860708	86,07%	0,175
argento	0,074542	7,45%	1,784

Ciò ci permette di affermare che i log-rendimenti sono variabili senza memoria, e che seppur il prezzo corrente rappresenti la miglior previsione per il futuro, gli stati passati non hanno alcun significato. Inoltre, un output di questo tipo rafforza l'ipotesi di indipendenza dei log-rendimenti.

Nella parte conclusiva, infine, sono presenti dei ragionamenti sull'analisi del rischio, in particolare su quello di mercato e sugli strumenti utili per quantificarlo.

Si è utilizzato così il modello del VaR parametrico che è tra i più usati in quest'ambito e che permette di collegare ad ogni titolo finanziario, una stima numerica della perdita inattesa in un determinato orizzonte temporale e con un certo intervallo di confidenza. È stata stimata la volatilità giornaliera dei log-rendimenti con il teorema del limite centrale e sotto l'ipotesi di variabili i.i.d. è stato calcolato il VaR al 99% relativo ad un orizzonte temporale di dieci giorni con la seguente formula:

$$VaR = W * \delta * \sigma * \alpha$$

Con:  $W$  = prezzo spot delle commodities.

$\delta$  = coefficiente di sensibilità di  $W$  a variazioni di fattori di mercato come tasso di cambio o tasso di interesse. Per le commodities, all'interno di questo elaborato tale valore è considerato pari ad 1 in quanto non vengono presi in considerazione i rischi di tasso e rischi di cambio;

$\sigma$  = volatilità dei log-rendimenti;

$\alpha$  = quantile della normale standard

Per ottenere una migliore visione globale non influenzata dall'effetto dell'inflazione si è pensato di calcolare il VaR non solo in valore assoluto ma anche espresso in percentuale del prezzo spot. Dai risultati è emerso che nei periodi di crisi del 2008 e del 2020 il VaR è cresciuto notevolmente: questo è accaduto perché, soprattutto nel primo caso, il timore diffuso sui mercati ha portato ad un innalzamento della volatilità dei prezzi dei beni con rispettivo aumento della rischiosità. Si è osservato inoltre, come i VaR hanno reagito in base agli altri eventi geopolitici collegati alle economics delle singole materie prime.

Infine, si è effettuata un'operazione di verifica del modello del VaR parametrico attraverso backtesting. In questa parte si è andato ad osservare quante volte dall'inizio dell'anno 2000 il valore del VaR è risultato inappropriato in quanto le perdite effettivamente rilevate sono state superiori a quelle stimate dal modello. Il backtesting è stato effettuato prima con un criterio più generale e approssimativo e in secondo luogo attraverso il test statistico del chi-quadrato, applicato attraverso il calcolo del rapporto di verosimiglianza.

Dai risultati complessivi di tutte le materie prime è emerso che in presenza di crisi il VaR è caratterizzato da alcuni limiti, in quanto sia nell'anno della crisi sistemica che in quello della diffusione della pandemia del Covid è stato fatto registrare il maggior numero di incongruenze tra stime del modello e risultati reali.

Questo evidenzia che, seppur il modello VaR è un modello estremamente utile perché fornisce un quadro del rischio in termini quantitativi ed è caratterizzato, presenta alcuni limiti (non sub-additività e assenza di informazioni sulle perdite oltre l'intervallo di confidenza).

Per sopperire a questi sono state fornite alcune nozioni di base della teoria dei valori estremi, che si focalizza solo sui valori estremi della distribuzione. A tal proposito è stato introdotto l'Expected Shortfall, un'ulteriore misura di rischio complementare al VaR concludendo così l'analisi quantitativa del rischio di mercato in maniera completa.

## Fonti usate per le quotazioni

- [1] <https://it.investing.com/commodities/us-coffee-c-historical-data>
- [2] <https://it.investing.com/commodities/copper>
- [3] <https://it.investing.com/commodities/brent-oil-historical-data>
- [4] <https://it.investing.com/commodities/natural-gas-historical-data>
- [5] <https://it.investing.com/commodities/silver>
- [6] <https://it.investing.com/rates-bonds/u.s.-3-month-bond-yield-historical-data>

## Sitografia

- [1] <https://www.drogbaster.it/storia-commercio-materie-prime/>
- [2] <https://qualcherisposta.it/quando-e-nato-il-baratto#:~:text=Quando%20%C3%A8%20stato%20inventato%20il,a.C%2C%20come%20forma%20di%20scambio.>
- [3] <https://www.confinvest.it/2020/01/03/ecco-perche-loro-e-diventato-mezzo-di-scambio/>
- [4] [https://it.wikipedia.org/wiki/Bene\\_rifugio](https://it.wikipedia.org/wiki/Bene_rifugio)
- [5] <https://www.ig.com/it/news-e-idee-di-trading/materie-prime-notizie/perche-l-oro-e-prezioso-190405>
- [6] <https://trading-blog.assistenzabrokers.it/borsa-di-amsterdam/>
- [7] [https://it.wikipedia.org/wiki/Borsa\\_di\\_Amsterdam](https://it.wikipedia.org/wiki/Borsa_di_Amsterdam)
- [8] <https://rankia.it/azioni/chicago-board-of-trade-storia-e-funzionamento/>
- [9] <https://www.educazionefinanziaria.com/investire-in-oro-commodities/indici-materie-prime/>
- [10] <https://www.drogbaster.it/storia-commercio-materie-prime/>
- [11] <https://www.adviseonly.com/capire-la-finanza/abc-finanza/investire-in-commodity-pro-e-contro/>

- [12] <https://www.metallirari.com/10-importanti-paesi-produttori-oro-mondo/>
- [13] [www.borsaitaliana.it](http://www.borsaitaliana.it)
- [14] <https://www.borsaitaliana.it/borsa/glossario/commodity-swap.html>
- [15] <https://www.directa.it/pub2/it/commodities/assicuragri.html>
- [16] <https://www.waterandfoodsecurity.org/scheda.php?id=116>
- [17] <https://it.wikipedia.org/wiki/Commodity>
- [18] <https://www.borsaitaliana.it/notizie/sotto-la-lente/commodity.htm>
- [19] <https://www.mercati24.com/come-funziona-il-mercato-delle-materie-prime/>
- [20] <https://www.eroicafenice.com/ricette-salute/le-10-bevande-piu-consumate-al-mondo/>
- [21] <https://www.caffevergnano.com/blog/quali-sono-le-vere-origini-del-caffe#:~:text=Le%20origini%20del%20caff%C3%A8%20sono,dei%20suoi%20usi%20come%20medicinale>
- [22] <https://www.caffeiello.it/blog/curiosita/caffe-arabica-e-robusta-quali-sono-le-differenze/>
- [23] <https://www.abccaffe.com/arabica-e-robusta/>
- [24] [www.metallirari.com/10-piu-grandi-produttori-caffe-mondo/](http://www.metallirari.com/10-piu-grandi-produttori-caffe-mondo/)
- [25] <https://www.strategie-bourse.com/it/quotazione-caffe-tempo-reale.html>
- [26] <https://www.cam.tv/financialeducationalchannel/blog/l-importanza-del-rame-per-l-economia-mondiale/CNT00137A>
- [27] <https://www.rameria.com/storia.html#:~:text=Il%20rame%20nella%20storia,a%20ben%2012.000%20anni%20fa.>
- [28] <https://it.wikipedia.org/wiki/Rame>
- [29] <https://www.exportplanning.com/it/magazine/article/2016/10/21/commercio-europeo-e-italiano-rame-parte-1/>
- [30] <https://www.finaria.it/investire/rame-quotazione-prezzo/>
- [31] [https://www.infomercatiesteri.it/materie\\_prime.php?id\\_paesi=52#](https://www.infomercatiesteri.it/materie_prime.php?id_paesi=52#)
- [32] <https://www.metallirari.com/10-paesi-grande-produzione-rame-mondo/>

- [33] <https://www.tuttoforex.com/quotazione-rame.html#:~:text=I%20fattori%20che%20condizionano%20l,e%20il%20Pil%20della%20Cina.> Pag 28
- [34] <https://quifinanza.it/green/cosa-e-a-cosa-serve-petrolio/204283/>
- [35] <https://quifinanza.it/green/cosa-e-a-cosa-serve-petrolio/204283/#:~:text=I%20petrolio%20%C3%A8%20una%20materia,non%20sono%20necessarie%20alla%20combustione.>
- [36] <https://it.wikipedia.org/wiki/Petrolio>
- [37] <http://www.tuttitemi.altervista.org/Trasversale/Petrolio.htm>
- [38] [https://it.wikipedia.org/wiki/Mercato\\_del\\_petrolio](https://it.wikipedia.org/wiki/Mercato_del_petrolio)
- [39] [https://it.wikipedia.org/wiki/Organizzazione\\_dei\\_Paesi\\_esportatori\\_di\\_petrolio](https://it.wikipedia.org/wiki/Organizzazione_dei_Paesi_esportatori_di_petrolio)
- [40] <https://blog.yem-energy.com/it/gas-quali-sono-i-fattori-che-influenzano-i-prezzi>
- [41] <https://thegreenevolution.vaillant.it/gas-naturale-una-storia-millenaria/#:~:text=Lo%20sfruttamento%20intensivo%20del%20gas,il%20solo%20obiettivo%20di%20illuminazione.>
- [42] <https://www.money.it/I-Paesi-con-piu-gas-al-mondo>
- [43] [www.Indexmundi.com](http://www.Indexmundi.com)
- [44] [https://it.wikipedia.org/wiki/Gas\\_naturale](https://it.wikipedia.org/wiki/Gas_naturale)
- [45] [https://www.ecoage.it/impieghi\\_del\\_gas\\_naturale.htm](https://www.ecoage.it/impieghi_del_gas_naturale.htm)
- [46] <https://www.strategie-bourse.com/it/quotazione-gas-naturale.html#:~:text=I%20fenomeni%20di%20crescita%20e,ribasso%20sulla%20quotazione%20del%20gas.&text=Anche%20la%20quotazione%20del%20petrolio,anche%20i%20prezzi%20del%20gas>
- [47] [https://www.ecoage.it/approvvigionamento\\_take\\_or\\_pay.htm](https://www.ecoage.it/approvvigionamento_take_or_pay.htm)
- [48] <https://www.comprooro.com/storia-argento-qual-e/>
- [49] <https://it.thpanorama.com/blog/cultura-general/para-qu-se-utiliza-la-plata-9-usos-ms-comunes.html>
- [50] <https://it.wikipedia.org/wiki/Argento#:~:text=L'argento%20%C3%A8%20un%20metallo,per%20via%20del%20minore%20costo.>
- [51] <https://www.metallirari.com/piu-grandi-riserve-argento-pianeta/>

- [52] <https://www.metallirari.com/dove-produce-argento-livello-globale-top10/#:~:text=I%20primi%205%20paesi&text=%C3%88%20il%20Messico%20il%20pi%C3%B9,mondo%20nel%20settore%20dell'argento>
- [53] <https://orofacile.it/info/prezzo-argento-quali-fattori-sono-determinanti/>
- [54] <https://it.wikipedia.org/wiki/Argento>
- [55] <https://www.borsaitaliana.it/notizie/sotto-la-lente/fixing-195.htm#:~:text=Il%20fixing%20%C3%A8%20un%20metodo,come%20riferimento%20nei%20mercati%20finanziari.>
- [56] <http://www.sokratis.it/usa-il-mercato-immobiliare-continua-a-non-essere-in-bolla/>
- [57] <https://www.orizzontipolitici.it/la-crisi-del-2008-le-cause-ma-soprattutto-gli-effetti/>
- [58] <https://it.kamiltaylan.blog/how-did-financial-crisis-affect-oil-and-gas-sector/>
- [59] [https://it.wikipedia.org/wiki/Grande\\_recessione#L'influenza\\_sull'economia\\_reale](https://it.wikipedia.org/wiki/Grande_recessione#L'influenza_sull'economia_reale)
- [60] <https://tg24.sky.it/salute-e-benessere/2022/05/05/covid-mondo-morti>
- [61] <https://www.rainews.it/ran24/speciali/2020/covid19/world.php>
- [62] <https://www.fondazioneveronesi.it/magazine/articoli/da-non-perdere/covid-19-la-pandemia-in-10-date-da-ricordare>
- [63] <https://lab24.ilsole24ore.com/storia-coronavirus/>
- [64] <https://www.rainews.it/ran24/speciali/2020/covid19/world.php>
- [65] <https://www.consob.it/web/investor-education/crisi-sanitaria-economica>
- [66] <https://www.ilsole24ore.com/art/ocse-pil-mondiale-supera-livello-pre-covid-l-italia-crescita-6percento-AEN8C5j>
- [67] <https://www.consob.it/web/investor-education/crisi-sanitaria-economica>
- [68] <https://www.consob.it/documents/46180/46181/Rep-covid-19.pdf/02fa9e7c-c7f1-4348-be40-1d39b0c3e545>
- [69] <https://www.rinnovabili.it/energia/politiche-energetiche/materie-prime-commodity/>

- [70] <https://www.workinvoice.it/post-covid-disruption-supply-chain-pesa-su-impreses-ma-quali-soluzioni/>
- [71] <https://www.opyn.eu/news/effetto-pandemia-materie-prime-alle-stelle-economia-reale-alle-stalle>
- [72] <https://www.startmag.it/economia/petrolio-coronavirus/>
- [73] <https://www.wired.it/article/caffe-prezzo-salita/>
- [74] <https://tg24.sky.it/economia/2021/10/31/aumentano-prezzi-alimenti-meteo-pandemia#03>
- [75] <https://www.agi.it/economia/news/2021-07-04/conseguenze-covid-mercato-caffe-13140037/>
- [76] <https://www.cubacafe.it/il-caffe-ai-tempi-del-covid-19-una-lettura-interessante/>
- [77] <https://www.studenti.it/crisi-ucraina-russia-cause-conseguenze-news.html>
- [78] <https://www.studenti.it/cosa-sono-le-sanzioni-economiche-alla-russia-spiegazione.html>
- [79] <https://www.ilsole24ore.com/art/von-der-leyen-bloccheremo-banche-e-asset-russi-europa-AEiYfsFB>
- [80] <https://www.ispionline.it/it/pubblicazione/russia-ucraina-6-grafici-spiegare-le-conseguenze-della-guerra-33743>
- [81] <https://www.ig.com/it/strategie-di-trading/i-maggiori-produttori-di-petrolio-al-mondo-201012>
- [82] <https://www.startmag.it/economia/guerra-ucraina-conseguenze-petrolio-gas-grano/>
- [83] <https://quifinanza.it/economia/video/petrolio-dalla-russia-quali-paesi-importano-piu-quanto-italia/609515/#:~:text=basta%20cliccare%20qui,Petrolio%20dalla%20Russia%2C%20quali%20Paesi%20ne%20importano%20di%20pi%C3%B9%20e,mega%20tonnellate%20di%20greggio%20prodotti.>
- [84] [https://it.wikipedia.org/wiki/Mercato\\_finanziario](https://it.wikipedia.org/wiki/Mercato_finanziario)
- [85] [:https://it.wikipedia.org/wiki/Martingala\\_\(matematica\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Martingala_(matematica))
- [86] [https://it.wikipedia.org/wiki/Join\\_\(SQL\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Join_(SQL))
- [87] <https://www.treccani.it/vocabolario/rischio/>
- [88] <https://www.soldionline.it/guide/basi-investimento/rischio-finanziario-tipologie.>

- [89] <https://www.giuliozaccarelli.com/le-8-tipologie-di-rischi-finanziari-a-cui-si-va-incontro/>
- [90] <https://www.borsaitaliana.it/borsa/glossario/rischio-operativo.html#:~:text=Glossario%20finanziario%20%2D%20Rischio%20Operativo&text=Rischio%20di%20perdite%20derivanti%20da,oppure%20derivanti%20da%20eventi%20esterni.>
- [91] [https://it.wikipedia.org/wiki/Test\\_chi\\_quadrato](https://it.wikipedia.org/wiki/Test_chi_quadrato)
- [92] [https://www.treccani.it/enciclopedia/test-basati-sulla-funzione-di-verosimiglianza\\_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/](https://www.treccani.it/enciclopedia/test-basati-sulla-funzione-di-verosimiglianza_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/)

## Ringraziamenti

Il termine di questo elaborato coincide con la conclusione della mia esperienza universitaria, ma più in generale del mio percorso di studi a cui ho dedicato tutto me stesso da quando sono bambino. In questo spazio è doveroso da parte mia ringraziare pubblicamente tutti coloro che mi sono stati vicini.

Non è mia abitudine fermarmi a pensare al passato, sono abituato ad essere concentrato su presente e futuro, ma penso che in occasione di questo risultato sia necessario guardarmi indietro per qualche istante.

A tal proposito dedico questo traguardo a tutti e quattro i miei nonni. Mi hanno dato, ognuno a suo modo, tutto il bene che un nipote potesse ricevere e gliene sarò per sempre grato.

Il mio pensiero poi va ad Ilaria, conosciuta il primo anno di questo percorso universitario e per cui un semplice grazie non basterebbe. È entrata a far parte della mia vita sconvolgendo tutti gli schemi. In questi anni il suo amore è stato, ed è la mia forza, rendendo meno dolorosi gli insuccessi e ancora più belli i festeggiamenti per gli obiettivi raggiunti. Il suo supporto quotidiano è stato fondamentale per raggiungere questo traguardo.

Ringrazio mio fratello Leonardo, che mi ha tracciato il percorso fino ad oggi, facendo sì che io mi dovessi solo sforzare per seguire le sue orme, senza dovermi preoccupare di trovare la strada giusta, perché tanto c'era già lui pronto ad indicarmela. Sono sicuro che oggi, sarò orgoglioso di me, come io lo sono di lui.

Ringrazio mia madre Loredana e mio padre Fabrizio per i valori che mi hanno trasmesso e per il sostegno incondizionato in tutte le mie scelte. Fin da quando ero bambino mi hanno sempre messo nelle migliori condizioni possibili per raggiungere questo obiettivo, senza il loro aiuto non ce l'avrei mai fatta.

Ringrazio gli amici del Poli, in particolare Michelangelo, Emanuele, Francesco, Paolo, Francesca, Simone e Alessia che hanno riempito questi anni di avventure e disavventure indimenticabili.

Ringrazio gli amici A.I.A. e in particolare Simone e Lorenzo. Sono diventati un punto di riferimento nella mia vita da quando sono arrivato a Torino e sono riusciti a farmi sentire a casa anche a 700 km di distanza dalla mia famiglia.

Ringrazio gli amici di sempre, Eugenio, Michele R., Nicolas, Cesare, Michele F., Armando e Michele B. che nonostante la distanza, ci sono sempre stati. Ho affrontato tanti sacrifici per raggiungere questo traguardo, e tra questi ci sono anche i tanti "no" alle serate con voi a cui ho dovuto rinunciare. Grazie per avermi capito.

Ringrazio Giovanni, Donatella, Stefano e Miriam per avermi accolto nella famiglia e per aver fatto il tifo per me in questi anni.

Ringrazio i docenti che ho incontrato in questi anni, e in particolare la professoressa Rondi e il professor Varetto per avermi fatto appassionare al mondo della finanza durante i loro corsi e per il sostegno fornito per la stesura di questo elaborato.

Infine, ringrazio me stesso per tutti i sacrifici fatti in questi anni.