



**DIPARTIMENTO DI IMPRESA E MANAGEMENT**

Corso di Laurea in Economia e Management

Cattedra di Macroeconomia e Politica Economica

***GREENFLATION: GLI EFFETTI DELLA TRANSIZIONE VERSO  
UN'ECONOMIA GREEN SULL'INFLAZIONE***

Relatore

Prof.ssa Giovanna Vallanti

Candidato

Giuseppe Felicetti 262771

Anno Accademico 2022/2023

## ABSTRACT

Il termine *greenflation* fa riferimento ai possibili effetti inflazionistici che possono essere causati dal processo di transizione verso un'economia a basse emissioni di gas nocivi per l'atmosfera.

Tale transizione è ormai al centro dell'attenzione per le istituzioni a livello nazionale ed internazionale, dal momento che le conseguenze negative dei cambiamenti climatici causati dall'azione dell'uomo non possono essere ulteriormente ignorate ed è necessaria un'azione tempestiva prima che si raggiunga una situazione ambientale irreversibile per il pianeta.

Il passaggio ad un'economia più sostenibile porta con sé dubbi in merito agli effetti sulle variabili macroeconomiche. In particolare, si teme che la transizione possa generare forti spinte inflazionistiche all'interno delle economie mondiali.

Dalla review della letteratura sul tema, tuttavia, emerge come gli effetti inflazionistici siano peggiori negli scenari in cui la transizione non venga attuata tempestivamente e che, in alcuni casi, tali effetti possano dimostrarsi deflazionari.

Inoltre, l'analisi empirica svolta sulla base del modello di Richhild Moessner ("Effects of carbon pricing on inflation", 2022), con l'obiettivo di valutare le conseguenze sull'inflazione dei meccanismi di *carbon pricing* (*carbon tax* ed ETS) adottati per sostenere la transizione green su un campione di 35 economie dell'OCSE, mostra come gli effetti inflazionistici, laddove significativi, si rivelano di modesta entità.

Per tale motivo, la minaccia di scenari inflazionistici appare non particolarmente preoccupante se confrontata con la gravità della situazione mondiale a livello ambientale, che richiede la necessità di intraprendere con fermezza le iniziative necessarie per contrastare gli effetti dannosi del cambiamento climatico.

INDICE	
ABSTRACT .....	1
INTRODUZIONE.....	3
CAPITOLO 1: REVIEW DELLA LETTERATURA.....	7
1.1 Meccanismi di riduzione delle emissioni.....	7
1.2 Gli effetti inflazionari del <i>carbon pricing</i> .....	8
1.3 Possibili effetti deflazionari del <i>carbon pricing</i> .....	15
1.4 Conclusioni .....	22
CAPITOLO 2: ANALISI DEI DATI.....	23
2.1 Le variabili <i>carbon tax</i> ed ETS .....	23
2.2 Descrizione del modello .....	27
2.3 Analisi e commento dei risultati .....	31
CAPITOLO 3: LE MISURE DEI POLICYMAKER.....	39
CONCLUSIONI .....	43
APPENDICE.....	45
APPENDICE A – APPROFONDIMENTO TEORICO: GLI EFFETTI DELL’AUMENTO DEL COSTO DEGLI INPUT PRODUTTIVI SUL LIVELLO DEI PREZZI .....	45
APPENDICE B – TABELLE <i>CARBON PRICING</i> RITARDATO DI UN ANNO.....	46
BIBLIOGRAFIA .....	50

## INTRODUZIONE

Il cambiamento climatico è un problema al centro dell'attenzione ormai da tempo a livello globale.

Sebbene, in generale, il cambiamento ambientale sia un fenomeno fisiologico della Terra, è l'azione dell'uomo che ne ha esasperato gli effetti, portando conseguenze catastrofiche per il Pianeta.

Ad oggi la temperatura della Terra è più alta di 1.1°C in confronto alla fine del XIX secolo, e le previsioni indicano un possibile aumento fino a 3.2°C in caso di mancato intervento sull'impatto delle attività umane.

Gran parte del problema è rappresentato infatti dal consumo di carbone, petrolio e gas, che incrementano le emissioni di gas serra responsabili del surriscaldamento globale, che è responsabile di fenomeni quali siccità, scioglimento dei ghiacciai, inondazioni, riduzione della biodiversità.

A lungo la problematica è stata ignorata e gli interventi risolutivi rimandati alle future generazioni, ma ad oggi l'intero pianeta si trova davanti ad una situazione grave che necessita di risposte e politiche tempestive a livello nazionale e internazionale, per evitare di giungere ad un catastrofico punto di non ritorno.

La priorità è quella di intraprendere e implementare un processo di transizione energetica green, passando da un sistema ad alte emissioni di carbonio incentrato sui combustibili fossili ad uno focalizzato sulle fonti rinnovabili di energia, tra cui l'energia eolica, i pannelli fotovoltaici e i motori elettrici.

A livello internazionale, l'Accordo sul clima di Parigi, negoziato dai 197 membri della UNFCCC (Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici) e adottato nel 2015, rappresenta la prima grande intesa a livello globale e giuridicamente vincolante sui cambiamenti climatici. Il principale obiettivo di lungo termine indicato è quello di mantenere l'aumento della temperatura media globale al di sotto dei 2°C oltre i livelli preindustriali, puntando all'obiettivo di 1.5°C, per ridurre gli effetti negativi dei cambiamenti climatici.

L'Accordo, entrato in vigore il 4 novembre 2016 a seguito del raggiungimento dell'obiettivo di ratifica di almeno 55 Paesi che rappresentassero almeno il 55% del totale delle emissioni globali di gas a effetto serra, prevede che i membri si impegnino a presentare e discutere, ogni 5 anni, piani finalizzati a ridurre le emissioni. Inoltre, l'UE e gli altri Paesi sviluppati hanno previsto di stanziare almeno 100 miliardi di dollari all'anno fino al 2025 per sostenere lo sforzo nell'azione contro i cambiamenti climatici dei Paesi in via di sviluppo.

L'UE, in linea con l'Accordo di Parigi, ha implementato una strategia di lungo periodo, un Green Deal Europeo, per raggiungere l'obiettivo di rendere l'Europa il primo continente climaticamente neutro entro il 2050. La neutralità climatica, che significa un saldo netto di emissioni pari a zero, viene perseguita attraverso politiche che mirano a ridurre, entro il 2030, le emissioni almeno del 55% rispetto ai livelli del 1990 e alzare al 40% la percentuale di fonti rinnovabili nel mix energetico a livello UE.

La sfida che l'Unione Europea intende affrontare è particolarmente ardua e richiede la mobilitazione di ingenti capitali da investire per raggiungere gli obiettivi prefissati. L'EGIDP, il piano di investimenti del Green Deal europeo, prevede finanziamenti per incentivare la transizione per

almeno 1000 miliardi di euro e punta a creare un quadro che possa agevolare gli investimenti privati e pubblici in progetti sostenibili e supportare i promotori di tali progetti nell'esecuzione.

Dei 1000 miliardi di euro annunciati, 503 miliardi provengono dallo stanziamento del 25% del budget UE per gli anni che vanno dal 2021 al 2027, mentre ulteriori 114 miliardi arrivano da cofinanziamenti nazionali destinati a progetti riguardanti la sfida al cambiamento climatico e ambientale (Commissione Europea, 2020).

Oltre a ciò, il programma InvestEU mobilerà altri 279 miliardi di investimenti privati e pubblici nel settore clima e ambiente nel periodo 2021-2027, somma alla quale si aggiungono i 100 miliardi provenienti dal JTM (Just Transition Mechanism), un programma UE che ha mira a supportare i Paesi più in difficoltà davanti alla sfida della transizione verso l'obiettivo di *net-zero emissions*.

Appare perciò chiara a livello internazionale l'intesa sulla necessità di investire in un processo non più procrastinabile di transizione energetica green per affrontare le sfide legate al cambiamento climatico, che richiede lo sforzo congiunto dei vari Paesi coinvolti e cospicui investimenti in numerosi nuovi progetti, necessari per il cambiamento.

Tuttavia, la transizione non avviene dall'oggi al domani e porta con sé dei pericoli e delle problematiche che potrebbero offuscare gli effetti positivi sulle condizioni ambientali apportati.

Considerate le quantità di capitali necessarie per raggiungere gli obiettivi, a destare preoccupazione sono i possibili effetti sull'inflazione. La campagna per contenere le conseguenze del cambiamento climatico causerebbe, infatti, un paradosso economico, per il quale maggiore è lo sforzo verso un'economia più sostenibile, maggiore è il costo da sostenere, e meno concreta la possibilità di raggiungere l'obiettivo di limitare gli effetti negativi del riscaldamento globale (Sharma, 2021).

L'inflazione generata dal processo di transizione energetica viene definita *greenflation*, termine utilizzato per la prima volta nel 2021 dall'economista indiano Ruchir Sharma in un articolo pubblicato sul Financial Times.

Secondo Sharma, la *greenflation* è il risultato di un meccanismo di squilibrio tra domanda e offerta: da un lato, le nuove politiche adottate per la transizione incrementano la domanda di materiali necessari per costruire un'economia sostenibile; dall'altro l'offerta di questi è limitata da disincentivi agli investimenti nelle estrazioni in miniere e in altre fonti di risorse che aumentano le emissioni nocive per l'ambiente. L'alluminio, ad esempio, è un materiale di fondamentale importanza per la produzione di energia solare, ma allo stesso tempo uno dei metalli più inquinanti da estrarre.

Allo stesso modo l'offerta mondiale di rame, un altro elemento cruciale per l'implementazione di tecnologie green, sta subendo delle strozzature per via della sempre maggiore sensibilità nei confronti delle tematiche ambientali. Il Cile, ad esempio, che insieme al Perù è responsabile di quasi il 40% della fornitura globale di rame (Gregoir, 2022), ha recentemente adottato due nuove riforme ambientali per ridurre le emissioni e il Parlamento ha approvato nel 2021 una legge per incrementare le tasse per l'attività di sfruttamento delle miniere nel Paese (Leary, 2022).

La conseguenza è il rialzo dei prezzi di metalli strategici per la produzione di energia tramite fonti rinnovabili, tra cui il rame, l'alluminio e il litio, che a sua volta causa delle strozzature che rendono più costose le nuove tecnologie green e rallentano la transizione energetica

Negli Stati Uniti, i fornitori di pannelli solari faticano a fronteggiare la crescente domanda, causando l'aumento dei prezzi (U.S. Department of Energy, 2022); in Cina, il boom dell'energia eolica offshore è significativamente influenzato dalla carenza di navi per l'installazione delle turbine (Lewis, 2023); a livello mondiale, la produzione di veicoli elettrici risente fortemente della scarsità di offerta dei materiali semiconduttori necessari (Li, 2022).

Il problema legato alla scarsità di materie prime per le energie rinnovabili appare rappresenta perciò una concreta minaccia per l'economia mondiale. Tuttavia, questo non rappresenta l'unico fattore determinante dell'inflazione dovuta alla transizione ecologica.

Come dichiarato da Isabel Schnabel, membro del comitato esecutivo della BCE, l'Europa e il resto del mondo si trova davanti ad una nuova era di inflazione energetica, che rappresenta il prezzo da pagare per passare ad un'economia verde e sostenibile.

Oltre alla *greenflation* "pura", dovuta all'aumento dei prezzi di minerali e metalli necessari per l'implementazione di tecnologie "green", si distingue un altro fenomeno, denominato *fossilflation*.

La *fossilflation* è legata alla forte dipendenza dai combustibili fossili che caratterizza l'economia: nel 2019, l'85% dell'energia utilizzata nell'Eurozona era fornita da prodotti petroliferi e gas naturale.

Sebbene la domanda sia molto alta, dal lato dell'offerta si osservano delle costrizioni, dovute ad anni di bassi investimenti nella produzione di gas e petrolio e ad un mercato petrolifero artificialmente ristretto dai membri dell'OPEC, che ignorano le richieste di aumento della produzione, causando un aumento del prezzo del barile (Smith e El Wardany, 2022).

Inoltre, le politiche implementate per contrastare il cambiamento climatico e i suoi effetti negativi per l'ambiente rappresentano un altro fattore che contribuisce all'aumento dei prezzi dei combustibili fossili.

Uno dei principali meccanismi adottati è quello del *carbon pricing* cioè di fissazione del prezzo del carbone. I combustibili fossili rilasciano, infatti, grandi quantità di diossido di carbonio (CO<sub>2</sub>) e di altri gas a effetto serra (GHG) nell'atmosfera, contribuendo in larga misura al surriscaldamento globale. Attraverso il sistema di *carbon pricing* il costo dell'impatto di queste emissioni viene trasferito sui produttori, i quali devono pagare per ogni tonnellata di CO<sub>2</sub> emessa, e sono perciò incentivati ad investire in tecnologie rinnovabili e a basse emissioni.

Il *carbon pricing* può essere attuato in due modi: attraverso una *carbon tax*, cioè fissando direttamente un prezzo per ogni tonnellata di CO<sub>2</sub> rilasciata dal produttore, o attraverso un sistema di scambio di quote di emissione (ETS).

L'ETS è un sistema *cap-and-trade*, attraverso il quale viene fissato una quantità massima di emissioni che possono essere rilasciate nell'aria. In base a questo limite, vengono emesse delle "autorizzazioni d'emissione", o quote di emissione, ed ogni quota concede al proprietario la possibilità di rilasciare una tonnellata di CO<sub>2</sub> (o l'ammontare equivalente di un altro GHG) nell'atmosfera.

La particolarità di questo sistema è che le quote sono oggetto di mercato, per cui i soggetti che non riescono a coprire le emissioni prodotte potranno – o meglio, dovranno- acquistare quote sul mercato, andando di conseguenza incontro a maggiori costi. L'ETS rappresenta, perciò, un chiaro incentivo ai produttori a tagliare le emissioni nocive e puntare sul rinnovabile.

A livello europeo, l'EU ETS, introdotto nel 2005, viene indicato come lo strumento fondamentale per la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, dal momento che riguarda il 40% delle emissioni totali dell'UE. Recentemente è stato inoltre oggetto di riforma per migliorarne le potenzialità, all'interno del pacchetto "Fit for 55%", che contiene una serie di riforme mirate al raggiungimento dell'obiettivo di ridurre le emissioni nette almeno del 55% entro il 2030.

L'aumento dei prezzi dei combustibili fossili, da una parte, e dei materiali necessari per le nuove tecnologie green, dall'altra, rappresentano il duplice volto di un fenomeno inflazionistico che minaccia la transizione energetica. Una transizione che non può più, tuttavia, essere rimandata, poiché si rischia il raggiungimento di un punto di non ritorno per le condizioni ambientali, che comporterebbe inoltre un costo per l'economia mondiale pari a \$178 trilioni di dollari fino al 2070 (Deloitte Center for Sustainable Progress, 2022).

## CAPITOLO 1: REVIEW DELLA LETTERATURA

### 1.1 Meccanismi di riduzione delle emissioni

Le attuali agende nazionali ed internazionali legate alla riduzione (e successivo azzeramento) delle emissioni richiedono urgenti politiche che supportino il passaggio da una economia incentrata sull'utilizzo di combustibili fossili, ad una green a basso impatto nocivo per l'ambiente.

Ad esempio, un'alternativa efficiente per guidare la transizione è rappresentata dal *carbon pricing* attuabile tramite o un ETS.

La *carbon tax* rappresenta un'ecotassa, che prevede un'aliquota per ogni tonnellata di CO<sub>2</sub> rilasciata nell'atmosfera. In questo modo si scarica il costo delle emissioni sui produttori stessi, nel tentativo di incentivarli ad adottare nuove tecnologie rinnovabili a basse emissioni.

Inoltre, gli introiti generati dalla tassazione permettono ai Paesi di effettuare ulteriori investimenti nei settori green e accelerare la transizione energetica (ESG news, 2022).

D'altra parte, l'ETS ("Emission Trading System") è un sistema *cap-and-trade*, attraverso il quale le istituzioni fissano un tetto massimo di diritti ad emettere gas a effetto serra e le aziende possono comprare e vendere tali diritti nei confini in cui il meccanismo è applicato. I prezzi delle emissioni (cioè i costi sostenuti dalle imprese) sono perciò determinati dalle forze di mercato relative a tali diritti.

Questa peculiarità incorpora la principale differenza tra i due meccanismi di *carbon pricing*. Mentre con la sola tassazione sulle emissioni di CO<sub>2</sub> si scarica un costo sulle imprese ma non si hanno garanzie sul livello di riduzione di emissioni raggiunto, con l'ETS i prezzi delle emissioni sono determinati dai meccanismi di domanda e offerta del mercato (perciò non direttamente controllabili), mentre le future emissioni sono limitate (C2ES, 2022).

Il *carbon pricing* rappresenta l'alternativa più efficiente per guidare la transizione (Hepburn et al. 2020), dal momento che aumenta i costi impliciti delle emissioni portandoli vicini al loro costo sociale (Santabarbara and Suarez-Varela, 2022). Inoltre, permette di eliminare i *green premiums*, cioè i costi aggiuntivi dovuti alla scelta di tecnologie sostenibili rispetto a quelle tradizionali, che rappresentano uno dei principali ostacoli al cambiamento (Hebner et al., 2022).

Oltre al *carbon pricing*, esistono altri meccanismi finalizzati alla riduzione delle emissioni di sostanze nocive nell'ambiente.

Ad esempio, i *carbon credit* sono titoli negoziabili acquistabili dalle aziende che gli permettono di bilanciare le loro emissioni con dei progetti mirati alla sostenibilità ambientale e che accelerano la transizione energetica. Tali progetti possono essere, ad esempio, di *avoidance*, limitando la produzione di emissione, o di *removal*, finalizzati invece alla rimozione di gas serra già presenti in natura. Ogni *carbon credit* vale una tonnellata di CO<sub>2</sub> e può essere acquistato sulla "United Nations Carbon Offset Platform", la piattaforma di riferimento a livello internazionale realizzata dalle Nazioni Unite (Baronchelli, 2022).

Inoltre, vi sono numerosi esempi di policy climatiche che non prevedono un *pricing* diretto del carbone ma hanno lo stesso fine di limitare le emissioni nocive nell'ambiente (*Non-price emissions abatement policies*), tra cui la concessione di crediti fiscali per beni green quali sistemi elettrici residenziali e veicoli elettrici e per la produzione di energia elettrica, l'adozione di standard per

l'efficienza dei carburanti dei veicoli più stringenti. Questi interventi rappresentano un prezzo implicito per le emissioni, poiché introducono degli incentivi ad intraprendere attività sostenibili e a basso impatto ambientale (McKibbin et al., 2017).

### 1.2 Gli effetti inflazionari del *carbon pricing*

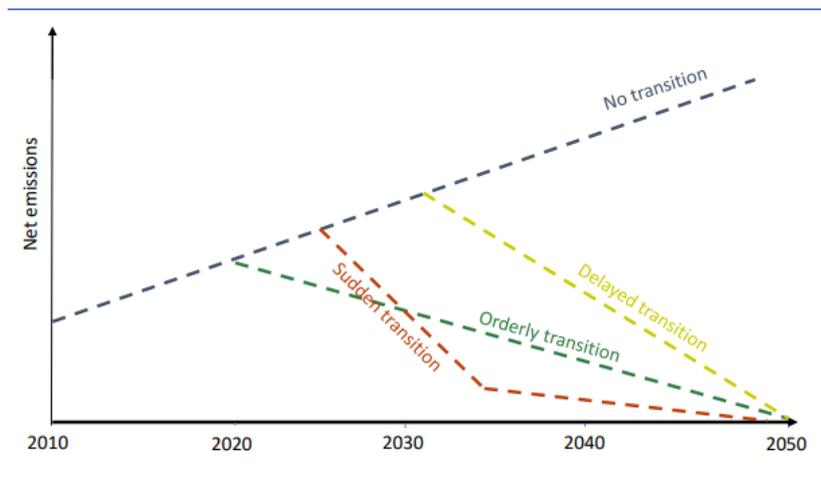
Se la necessità di questi interventi è evidente a livello mondiale, risulta più complesso individuare e, soprattutto, quantificare gli effetti di questi sull'inflazione ed è oggetto di diversi studi e modelli macroeconomici, i cui risultati dipendono fortemente dalle assunzioni considerate e dagli strumenti di analisi adottati.

In generale, i sistemi di *carbon pricing* possono avere pressioni inflazionistiche sull'economia, che però potrebbero essere compensate da nuovi investimenti in fonti di energie rinnovabili indotti proprio dalle politiche volte ad azzerare le emissioni, incrementando l'efficienza energetica e abbattendo i costi dell'energia. Inoltre, il cambiamento delle preferenze dei consumatori verso prodotti e servizi a basse emissioni, inseriti nei panieri di consumo adottati per misurare l'inflazione, potrebbe rappresentare un fattore che ridurrebbe l'inflazione (NGFS, 2020).

Tuttavia, gli effetti inflazionistici della transizione energetica potrebbero prevalere sulle spinte deflazionarie dettate delle nuove tecnologie ed aprire a scenari di inflazione più alta e più volatile. soprattutto se in riferimento ai valori degli ultimi venti anni (Hebner et al., 2022).

Un'analisi condotta dalla BCE nel 2021 sottolinea l'importanza della tempestività nell'implementazione delle politiche di *carbon pricing* per comprenderne gli effetti inflazionistici. Lo studio si basa su tre scenari teorizzati da Allen et al. (2020): uno scenario di base, come riferimento, che indica una transizione ordinata che prevede un graduale incremento dei prezzi del carbone (54 USD/tCO<sub>2</sub> nel 2025 e 181 USD/tCO<sub>2</sub> nel 2050) insieme a progetti ambiziosi nell'ambito di efficienza energetica e riduzione delle emissioni, e due scenari avversi. Il primo scenario negativo riguarda una brusca introduzione di una *carbon tax* di 3 USD/tCO<sub>2</sub> nel 2025 fino a raggiungere la cifra di 917 USD/tCO<sub>2</sub> nel 2050, mentre il secondo fa riferimento ad una transizione rallentata, che parte nel 2030 con una tassa di 14 USD/tCO<sub>2</sub> fino a raggiungere i 704 USD/tCO<sub>2</sub> nel 2050. Le tasse in tutti e tre gli scenari sono calibrate per raggiungere l'obiettivo di zero emissioni nel 2050.

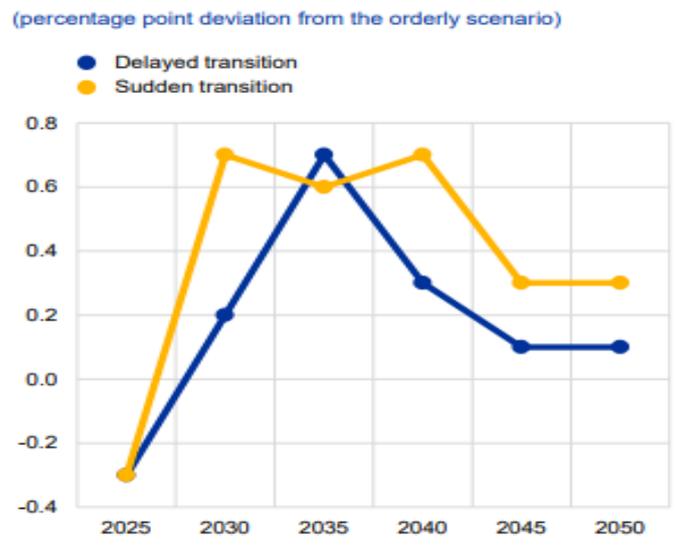
**FIGURA 1: Scenari nel timing di implementazione della carbon tax**



Fonte: Drudi. (2021, settembre). *Climate change and monetary policy in the euro area*. European Central Bank. <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpops/ecb.op271~36775d43c8.en.pdf>

Gli scenari avversi mostrano pressioni inflazionistiche maggiori rispetto a quello ordinario.

**FIGURA 2: Due possibili scenari avversi nell'implementazione della carbon tax**



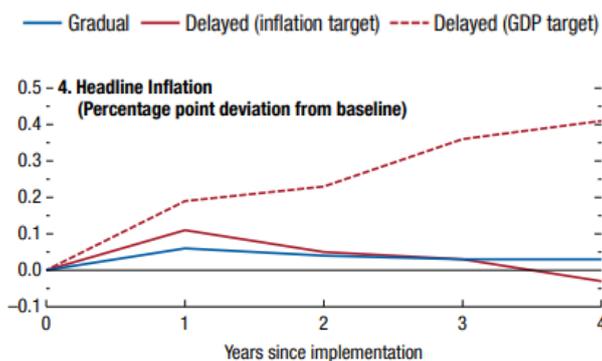
Fonte: Drudi. (2021, settembre). *Climate change and monetary policy in the euro area*. European Central Bank. <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpops/ecb.op271~36775d43c8.en.pdf>

In particolare, la transizione ritardata, nel periodo dal 2030 al 2050, riporta un tasso di inflazione annuale maggiore tra lo 0.1% e lo 0.7% rispetto alla transizione ordinaria. Tuttavia, al termine del periodo considerato, l'effetto inflazionistico è limitato dalle pressioni disinflazionarie derivanti dalla riduzione delle attività economiche.

Per quanto riguarda lo scenario più brusco, l'effetto sull'inflazione è ancora maggiore, con il dato del 2030 che attesta un'inflazione dello 0.5% maggiore rispetto a quella ordinaria. Inoltre, nel 2050, l'inflazione si assesta ad un valore maggiore tra gli scenari avversi.

Un risultato simile è illustrato da uno studio dell’FMI del 2022, che analizza l’impatto sull’inflazione di un pacchetto di politiche volte a mitigare le emissioni di GHG (*green-house gas*) negli Stati Uniti in due diversi scenari, uno graduale e uno ritardato. I risultati, nello scenario in cui le politiche sono implementate non tempestivamente, mostrano un incremento fino a 0.4 punti percentuali dell’inflazione *headline* rispetto al riferimento, dovuto al maggiore incremento nella tassazione sulle emissioni necessario per recuperare il tempo perduto.

**FIGURA 3: Confronto degli effetti sull’inflazione tra scenario graduale e ritardato**



Fonte: IMF. (2022, ottobre). *NEAR-TERM MACROECONOMIC IMPACT OF DECARBONIZATION POLICIES*. <https://www.imf.org/-/media/Files/Publications/WEO/2022/October/English/ch3.ashx>

Tuttavia, questo risultato si basa su un’assunzione fondamentale: il *carbon pricing* si inserisce in un contesto di politica monetaria che si pone un obiettivo relativo al PIL (*GDP target*).

Questo aspetto fa luce su un altro elemento che incide sulla portata degli effetti sull’inflazione dovuti alle iniziative incentrate sulla transizione energetica: la politica monetaria.

McKibbin et al. (2017) analizzano l’interazione tra politica monetaria e politiche di *carbon pricing* per fronteggiare il cambiamento climatico, affermando che l’una può avere importanti implicazioni per l’altra e viceversa.

Il modello delinea le caratteristiche peculiari di *carbon tax* ed ETS. La prima ha una traiettoria che può essere conosciuta in anticipo, ha un impatto sul livello dei prezzi nel momento in cui viene implementata e, soprattutto, la crescita nel tempo porta ad un trend positivo dei prezzi che, a parità di altri fattori, causa un livello generale di inflazione più alto. L’ETS, invece, risulta più difficile da prevedere dal momento che il prezzo iniziale e la crescita nel tempo è determinata dalle forze di mercato.

Per quanto riguarda la politica monetaria, il modello indica diversi possibili approcci. Un approccio rivolto ad un obiettivo di inflazione induce la banca centrale a fissare un tasso di interesse esclusivamente per raggiungere un determinato livello di inflazione, senza considerare altre variabili:

$$i_t = i_{t-1} + \alpha (\pi_t - \bar{\pi}_t)$$

Fonte: McKibbin et al. (2017). *CLIMATE CHANGE AND MONETARY POLICY: DEALING WITH DISRUPTION*. Brookings - Quality. Independence. Impact. [https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/12/es\\_20171201\\_climatechangeandmonetarypolicy.pdf](https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/12/es_20171201_climatechangeandmonetarypolicy.pdf)

dove  $i_t$  indica il tasso di interesse scelto,  $i_{t-1}$  il tasso di interesse del periodo precedente,  $\pi_t$  l'inflazione attuale,  $\pi_t^*$  l'inflazione target e  $\alpha$  quanto aggressivamente la banca centrale risponde ad una deviazione dal suo obiettivo.

Questo approccio "severo" può essere però sostituito da uno più flessibile, che tiene conto dei trade-off tra le variazioni dell'inflazione e altri obiettivi. Un'altra possibilità per le banche centrali è rappresentata da un obiettivo di livello dei prezzi.

$$i_t = i_{t-1} + \alpha (P_t - \bar{P}_t)$$

Fonte: McKibbin et al. (2017). *CLIMATE CHANGE AND MONETARY POLICY: DEALING WITH DISRUPTION*. Brookings - Quality. Independence. Impact. [https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/12/es\\_20171201\\_climatechangeandmonetarypolicy.pdf](https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/12/es_20171201_climatechangeandmonetarypolicy.pdf)

Oltre a ciò, può essere implementata una politica monetaria che mira a bilanciare gli obiettivi di stabilità di prezzi e output, secondo la regola di Henderson-McKibbin-Taylor (HMT):

$$i_t = i_{t-1} + \alpha (\pi_t - \bar{\pi}_t) + \beta (Y_t - \bar{Y}_t)$$

Fonte: McKibbin et al. (2017). *CLIMATE CHANGE AND MONETARY POLICY: DEALING WITH DISRUPTION*. Brookings - Quality. Independence. Impact. [https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/12/es\\_20171201\\_climatechangeandmonetarypolicy.pdf](https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/12/es_20171201_climatechangeandmonetarypolicy.pdf)

dove i parametri *alfa* e *beta* riguardano in che modo la banca centrale calibra gli obiettivi relativi a inflazione e output, o una che pone come target il PIL nominale:

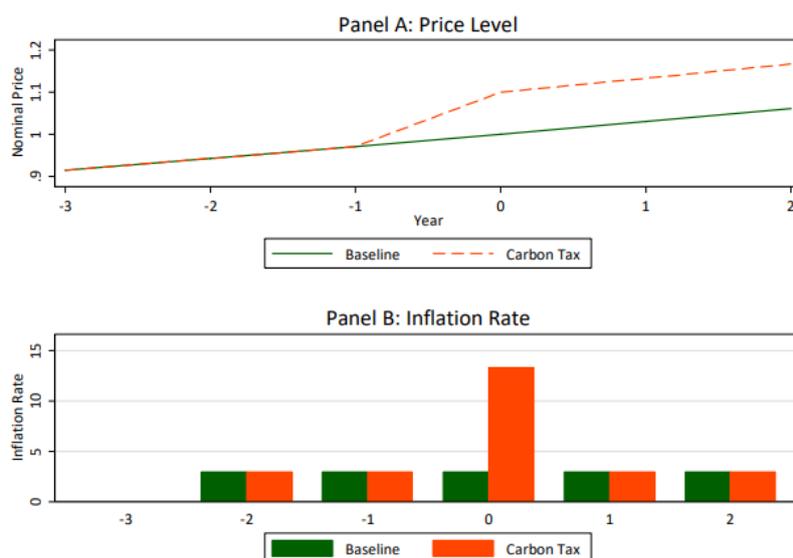
$$i_t = i_{t-1} + \alpha (PY_t - \bar{PY}_t)$$

Fonte: McKibbin et al. (2017). *CLIMATE CHANGE AND MONETARY POLICY: DEALING WITH DISRUPTION*. Brookings - Quality. Independence. Impact. [https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/12/es\\_20171201\\_climatechangeandmonetarypolicy.pdf](https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/12/es_20171201_climatechangeandmonetarypolicy.pdf)

Nel pratico, il modello considera tre possibili scenari.

Nel primo, si suppone semplicemente che la banca abbia un obiettivo di inflazione del 3%, rispettato da diversi anni, e che al tempo 0 viene imposta una tassa sul carbone, non anticipata dagli agenti privati e mantenuta in maniera indefinita. Al tempo  $t=0$ , la tassa causa un aumento dell'inflazione e una diminuzione dell'output. Tuttavia, se la banca centrale non interviene e le aspettative sull'inflazione dei privati rimangono ancorate (percependo la tassa come un cambiamento dei prezzi *one-shot*), il tasso di inflazione tornerà subito al suo livello originale, nonostante il prezzo dei beni *carbon-intensive* continuerà a rimanere più alto, un risultato in accordo con l'analisi di Batten et al. (2020).

**FIGURA 4: Scenario 1, carbon tax fissa**

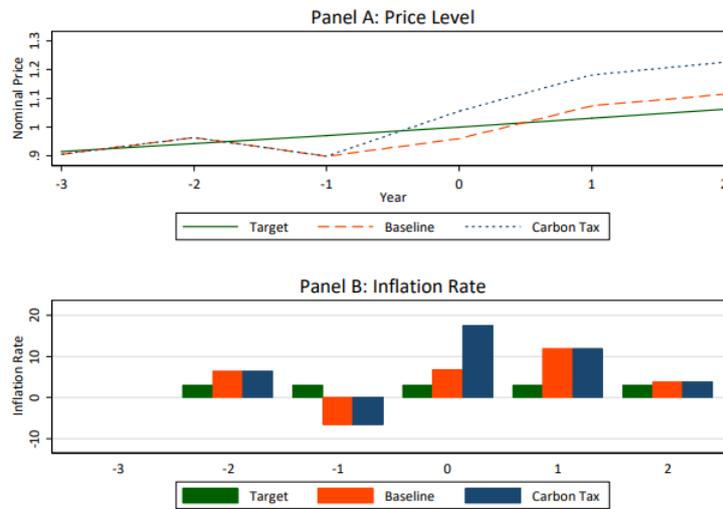


Fonte: McKibbin et al. (2017). *CLIMATE CHANGE AND MONETARY POLICY: DEALING WITH DISRUPTION*. Brookings - Quality. Independence. Impact. [https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/12/es\\_20171201\\_climatechangeandmonetarypolicy.pdf](https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/12/es_20171201_climatechangeandmonetarypolicy.pdf)

Se la banca centrale avesse, invece, risposto all'aumento dell'inflazione alzando il tasso di interesse, l'effetto sarebbe stato diverso. L'economia sarebbe stata ulteriormente rallentata, e il tasso di cambio si sarebbe apprezzato. Entrambi gli effetti avrebbero determinato una riduzione del livello di inflazione sottostante, compensando in parte l'aumento del livello generale causato dalla tassa.

Il secondo scenario estende il primo, ipotizzando al tempo  $t=0$  che una parte della deviazione dell'inflazione dal suo valore target sia indipendente dalla tassa, e al tempo  $t=1$  tutta la deviazione sia indipendente dalla tassa. In questo caso, la banca centrale che ha un obiettivo di inflazione da raggiungere, incontra delle difficoltà nello stabilire, al tempo 0, quanta della deviazione è da attribuire alla *carbon tax*: nel caso in cui confondesse tutta la deviazione come *baseline*, alzerebbe il tasso di interesse più di quanto necessario.

**FIGURA 5: Scenario 2: carbon tax fissa, parte dell'inflazione indipendente dalla tassa**



Fonte: McKibbin et al. (2017). CLIMATE CHANGE AND MONETARY POLICY: DEALING WITH DISRUPTION. Brookings - Quality. Independence. Impact. [https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/12/es\\_20171201\\_climatechangeandmonetarypolicy.pdf](https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/12/es_20171201_climatechangeandmonetarypolicy.pdf)

In questo scenario, un approccio secondo la regola HMT avrebbe avuto risultati migliori poiché avrebbe bilanciato la crescita dell'inflazione con il calo dell'output e avrebbe comportato una politica monetaria meno stringente.

Il terzo scenario ipotizza una *carbon tax* che cresce del 4% ogni anno in termini reali. A differenza del primo scenario, in caso di mancato intervento della banca centrale, la tassa causerebbe un incremento permanente dell'inflazione. Per questo motivo, la banca interviene per gestire la tassa, prevedendo il suo impatto sull'inflazione e aggiustando il target di conseguenza.

**FIGURA 6: Scenario 3, carbon tax crescente nel tempo**

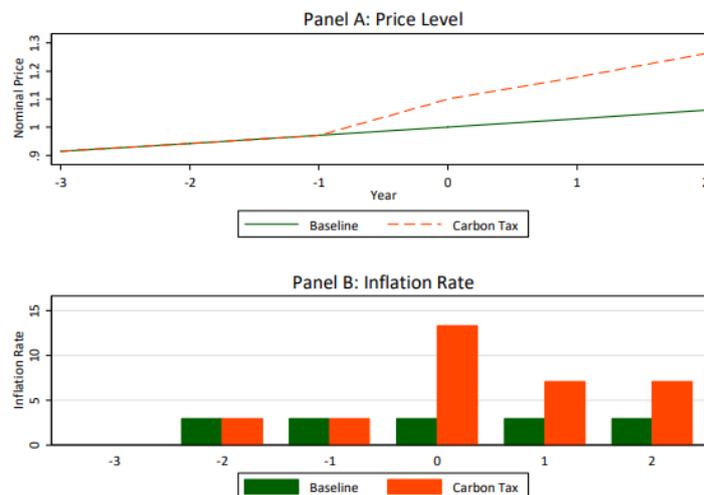


Figura 10: McKibbin et al. (2017). CLIMATE CHANGE AND MONETARY POLICY: DEALING WITH DISRUPTION. Brookings - Quality. Independence. Impact. [https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/12/es\\_20171201\\_climatechangeandmonetarypolicy.pdf](https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/12/es_20171201_climatechangeandmonetarypolicy.pdf)

Effetti inflazionistici dovuti al *carbon pricing* si osservano nell'analisi di Moesner (2022).

Moesner (2022), a differenza di Konradt e di Mauro (2021) e McKibbin et al. (2021), considera nel suo modello non solo la *carbon tax* ma anche l'ETS per valutare gli effetti del *carbon pricing* sull'inflazione *headline* e i suoi sottocomponenti *core*, *food* e *energy* su un campione di 35 Paesi dell'OCSE in un periodo di tempo che va dal 1995 al 2020.

Inoltre, il modello adotta una stima delle curve di Philips neokeynesiane, che permettono di analizzare l'andamento dell'inflazione tenendo conto anche degli effetti dell'*output gap*, delle aspettative sull'inflazione e delle variazioni del tasso di cambio.

Attraverso l'equazione

$$\pi_{it} = \theta \pi_{it}^e + \rho \pi_{it-1} + \kappa CT_{i,t-1} + \lambda CETS_{i,t-1} + \phi outputgap_{it} + \mu \Delta NEER_{it} + \alpha_i + \beta_t + \varepsilon_{it}$$

Fonte: Moessner. (2022, febbraio). *Effects of Carbon Pricing on Inflation*. [https://www.cesifo.org/DocDL/cesifo1\\_wp9563.pdf](https://www.cesifo.org/DocDL/cesifo1_wp9563.pdf)

vengono stimati gli effetti del *carbon pricing* sull'inflazione.  $\pi_{it}$  indica l'inflazione annuale in percentuale,  $\pi_{it}^e$  l'aspettativa per l'inflazione per l'anno successivo,  $CT_{i,t-1}$  e  $CETS_{i,t-1}$  rappresentano rispettivamente le politiche di *carbon tax* ed ETS implementate nel periodo t-1, mentre  $outputgap_{it}$  e  $\Delta NEER_{it}$  fanno riferimento all'*output gap* e alla variazione del tasso di cambio effettivo nominale in percentuale.

Dai risultati si osserva che un incremento della *carbon tax* a 10 USD/tCO<sub>2</sub> non ha effetti significativi sull'inflazione *headline*, *core* e *energy* ma ha un lieve effetto positivo (0.1 punti percentuali) sull'inflazione *food* (ad un livello di significatività del 5%). Diverso il discorso per l'ETS: un incremento dei prezzi dell'ETS di 10 USD/tCO<sub>2</sub> causa un aumento di 0.8 punti percentuali dell'inflazione *energy* (livello significatività dell'1%) e di 0.08 punti percentuali dell'*headline* (livello significatività del 10%), mentre non si riscontrano effetti significativi sull'inflazione *food* e *core*. Le politiche di *carbon pricing* non sembrano dunque avere effetti inflazionistici significativi sull'inflazione *core*, in linea con le considerazioni di Konradt e di Mauro (2021) e McKibbin et al. (2021).

Il modello inoltre studia come gli effetti delle politiche per ridurre le emissioni sull'inflazione persistono nel tempo modificando leggermente l'equazione di base per stimare gli effetti inflazionistici al tempo t+1.

$$\pi_{it+1} = \theta \pi_{it}^e + \rho \pi_{it-1} + \kappa CT_{i,t-1} + \lambda CETS_{i,t-1} + \phi outputgap_{it} + \mu \Delta NEER_{it} + \alpha_i + \beta_t + \varepsilon_{it}$$

Fonte: Moessner. (2022, febbraio). *Effects of Carbon Pricing on Inflation*. [https://www.cesifo.org/DocDL/cesifo1\\_wp9563.pdf](https://www.cesifo.org/DocDL/cesifo1_wp9563.pdf)

Al tempo t+1 (quindi due anni dopo l'implementazione del *carbon pricing*) emerge che gli effetti sull'inflazione *food* e *core* restano non significativi considerando l'incremento di 10 USD/tCO2 dell'ETS, così come per l'inflazione *energy*. Ne risente leggermente l'inflazione *headline*, che riporta un incremento di 0.01 punti percentuali (livello di significatività del 10%).

In merito alla *carbon tax*, gli effetti dopo due anni sono non significativi per l'inflazione *food*, *energy* e *core*, mentre è significativo per l'inflazione *headline*, che subisce un lieve incremento di 0.04 punti percentuali, ad un livello di significatività del 5%.

### 1.3 Possibili effetti deflazionari del *carbon pricing*

Contrariamente a ciò che è stato evidenziato nel paragrafo precedente, altri studi sottolineano come le politiche di *carbon pricing* possano determinare effetti positivi sull'inflazione, ma anche scenari deflazionari.

McKibbin, Konradt e Di Mauro (2021), i quali evidenziano che, nel breve periodo, la scelta di un determinato regime di policy monetaria può comportare inflazione o, in accordo con altri modelli (Ferrari, Nispi Landi, 2022), deflazione.

Lo studio si basa su un modello "G-cubed" adottato per comprendere l'impatto di due alternative di politica monetaria della BCE nell'ambito di politiche che riguardano il cambiamento climatico.

Il modello, nella versione adoperata (GGG20Nv161) prevede dieci regioni (Australia, China, Eurozona, India, Giappone, Paesi in via di sviluppo esportatori di petrolio, resto dell'OCSE, resto del Mondo, Russia e Stati Uniti), venti diversi settori (distribuzione di elettricità, estrazione del gas, raffinazione del petrolio, estrazione del carbone, estrazione del petrolio, costruzioni, altre estrazioni, agricoltura, beni durevoli, beni non durevoli, trasporti, servizi, produzione di carbone, gas naturale, petrolio, nucleare, energia eolica, energia solare, energia elettrica e altre energie) e include famiglie e imprese eterogenee, queste ultime modellate per ciascun settore.

Le due possibili scelte di politica monetaria sono la Hartmann-Smets Rule (HS) e la Modified Hartmann-Smets Rule (MHS). Rappresentano entrambe delle modificazioni delle Henderson-McKibbin-Taylor Rules (HMT) maggiormente focalizzate sulle aspettative future.

$$i_t = i_{t-1} + 0.34 * (\pi_{t,t+1} - \bar{\pi}_{t+1}) + 0.4 * (g_{t,t+1} - \bar{g}_{t+1}) \quad \text{HS}$$

$$i_t = i_{t-1} + 0.5 * (0.34 * (\pi_t - \bar{\pi}_t) + 0.4 * (g_t - \bar{g}_t)) + 0.5 * (0.34 * (\pi_{t,t+1} - \bar{\pi}_{t+1}) + 0.4 * (g_{t,t+1} - \bar{g}_{t+1})) \quad \text{MHS}$$

Fonte: McKibbin, Konradt, di Mauro. (2021). *Climate Policies and Monetary Policies in the Euro Area*. [https://www.ecb.europa.eu/pub/conferences/ecbforum/shared/pdf/2021/McKibbin\\_paper.en.pdf](https://www.ecb.europa.eu/pub/conferences/ecbforum/shared/pdf/2021/McKibbin_paper.en.pdf)

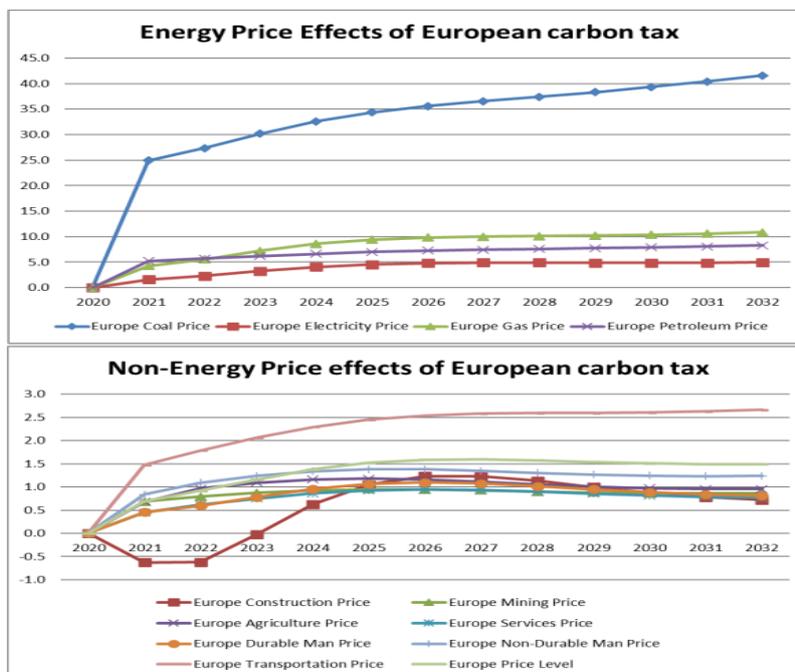
Dove  $i_t$  rappresenta il tasso di interesse di policy,  $\pi_{t,t+1}$  è l'inflazione attesa nel periodo t+1 al tempo t,  $g_{t,t+1}$  è il tasso di crescita dell'output atteso nel periodo t+1 al tempo t.

Il modello è risolto dal 2019 al 2100 utilizzando le proiezioni sulla popolazione e sul tasso di crescita della produttività per ogni regione e settore.

Per comprendere come l'inflazione risponde alle politiche di *carbon pricing* sotto le due alternative di regime monetario, viene ipotizzata una *carbon tax* di 50 EUR/tCO<sub>2</sub> che cresce del 3% ogni anno.

Analizzando la decomposizione dei prezzi tra componenti energetiche e non energetiche, come prevedibile gli effetti maggiori si hanno sui prezzi relativi all'energia e non si osservano grandi differenze di effetti tra le due policy.

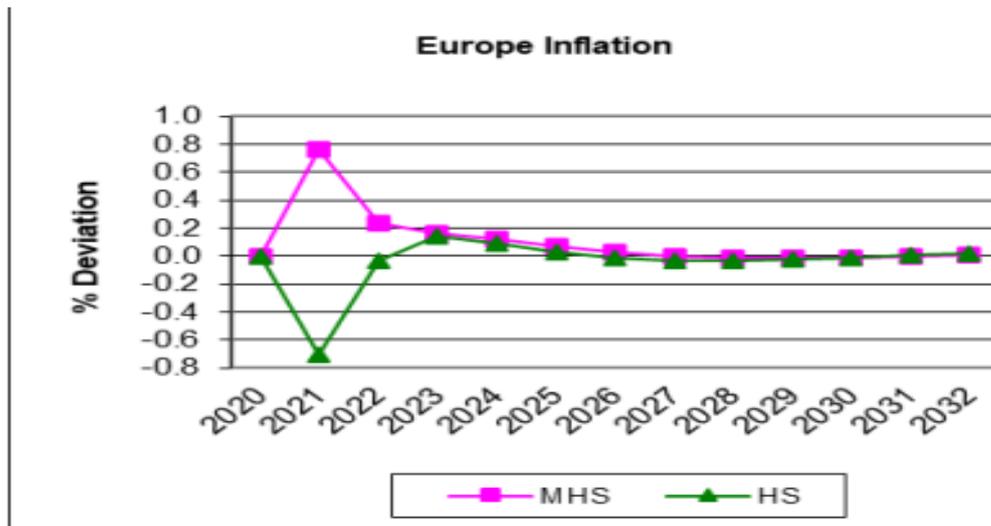
**FIGURA 7: Effetti della carbon tax sui prezzi energetici e non energetici**



Fonte: McKibbin, Konradt, di Mauro. (2021). *Climate Policies and Monetary Policies in the Euro Area*. [https://www.ecb.europa.eu/pub/conferences/ecbforum/shared/pdf/2021/McKibbin\\_paper.en.pdf](https://www.ecb.europa.eu/pub/conferences/ecbforum/shared/pdf/2021/McKibbin_paper.en.pdf)

Gli effetti sull'inflazione, invece, sono completamente diversi a seconda del regime monetario adottato: sotto la HS Rule, l'effetto nel breve periodo della tassa è deflazionario, mentre sotto la MHS risulta inflazionario.

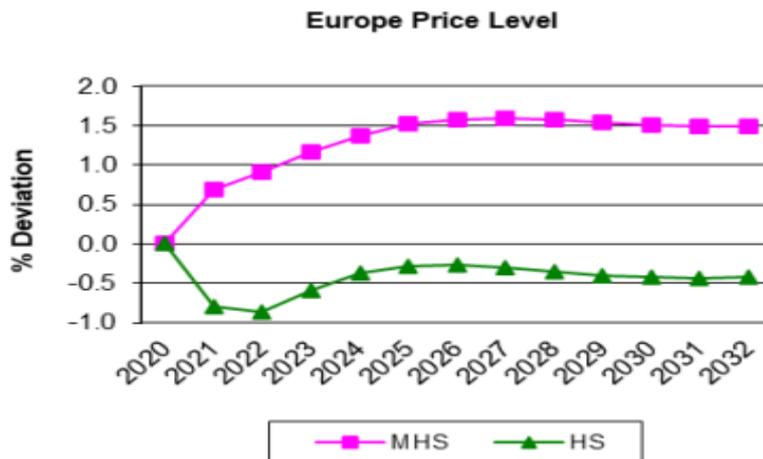
**FIGURA 8: Effetti della carbon tax sull'inflazione sotto la HS Rule e la MHS Rule**



Fonte: McKibbin, Konradt, di Mauro. (2021). *Climate Policies and Monetary Policies in the Euro Area*. [https://www.ecb.europa.eu/pub/conferences/ecbforum/shared/pdf/2021/McKibbin\\_paper.en.pdf](https://www.ecb.europa.eu/pub/conferences/ecbforum/shared/pdf/2021/McKibbin_paper.en.pdf)

In entrambi i casi i valori relativi all'inflazione si ricongiungono nel lungo periodo, ma per i prezzi la differenza permane: sotto la MHS la tassa causa un livello dei prezzi permanentemente più alto, mentre sotto la HS il sistema non recupera completamente dallo shock deflazionario e il livello dei prezzi resta più basso.

**FIGURA 9: Effetti della carbon tax sul livello dei prezzi sotto la HS Rule e la MHS Rule**



Fonte: McKibbin, Konradt, di Mauro. (2021). *Climate Policies and Monetary Policies in the Euro Area*. [https://www.ecb.europa.eu/pub/conferences/ecbforum/shared/pdf/2021/McKibbin\\_paper.en.pdf](https://www.ecb.europa.eu/pub/conferences/ecbforum/shared/pdf/2021/McKibbin_paper.en.pdf)

La conclusione secondo cui gli effetti della transizione energetica possono dimostrarsi sia inflazionari che deflazionari, a seconda di determinati fattori, emerge anche nel modello di Del Negro et al. (2023), in cui il modo attraverso il quale vengono implementate le policy per ridurre le emissioni (tassazione dei settori inquinanti o sussidi verso i settori green) può determinare risposte, rispettivamente, inflazionarie o deflazionarie.

Del Negro et al. (2023) partono, nella loro analisi, da un modello neo-Keynesiano a due settori: un settore inquinante, che viene tassato, e un altro settore che rappresenta il resto dell'economia. Ciascun settore presenta competizione monopolistica e non ci sono collegamenti input-output tra questi.

L'elemento chiave per comprendere gli effetti della tassa è rappresentato dalla rigidità dei prezzi. Nel caso in cui i prezzi siano completamente flessibili in entrambi i settori, la tassazione aumenterebbe il prezzo relativo dei beni inquinanti, ma non ci sarebbero problemi di inflazione: la banca centrale può comunque scegliere il livello di inflazione target che desidera senza fronteggiare alcun trade-off, poiché si innescherebbe un meccanismo attraverso il quale i prezzi relativi si allineano riflettendo la *carbon tax* e il livello generale dei prezzi si aggiusta in base alla politica monetaria. Di conseguenza, in questo scenario la transizione non è, di per sé, né inflazionaria né deflazionaria.

Il discorso si complica in presenza di rigidità di prezzi. Il modello ipotizza uno scenario in cui i prezzi del settore inquinante sono flessibili, mentre quelli dell'altro settore sono completamente rigidi. In questo caso, per rendere i prezzi dei beni inquinanti relativamente più costosi (che altro non è che il fine della *carbon tax*) l'unica scelta è aumentare i prezzi di questo settore, creando inflazione.

Nel momento in cui i prezzi del resto dell'economia non siano completamente rigidi, ma "vischiosi" (*sticky prices*), la banca centrale fronteggia un trade-off: per compensare l'alta inflazione del settore inquinante, è necessario raffreddare l'economia dell'altro settore riducendo l'output sotto il livello naturale, in modo tale che l'aggiustamento nel livello relativo dei prezzi avvenga al livello di inflazione desiderato. Lo stesso risultato si ottiene nel caso in cui anche i prezzi del settore da tassare siano vischiosi, purché in misura minore rispetto al resto dell'economia.

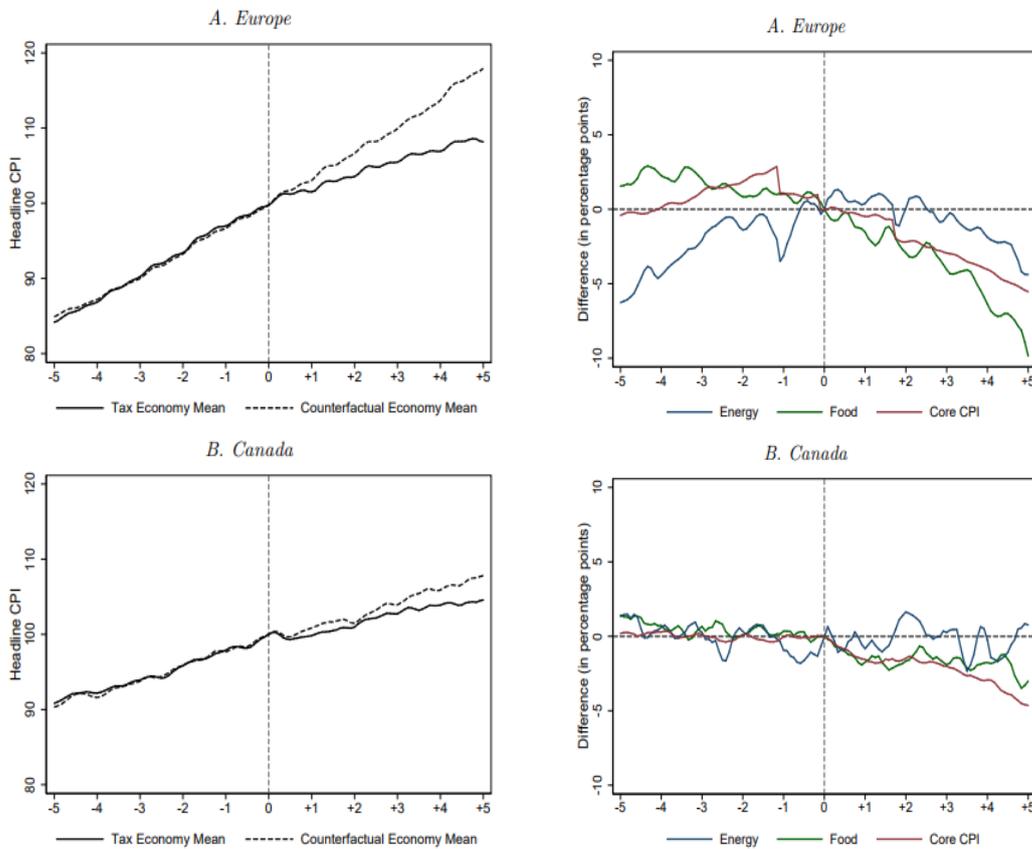
Il modello prevede anche lo scenario in cui al posto di un settore inquinante da tassare si colloca un settore green da incentivare attraverso dei sussidi. In questo scenario i risultati seguono la stessa logica, ma invertita: i sussidi rendono, infatti, i beni green relativamente meno costosi (il contrario dell'effetto della tassazione sui beni inquinanti), per cui le politiche incentrate su questo tipo di intervento possono, in principio, presentarsi come deflazionarie.

Effetti inflazionari e deflazionari emergono anche dai risultati di altre analisi che adoperano diversi modelli econometrici.

Ad esempio, Konradt e di Mauro (2021) analizzano diciotto *carbon taxes* (quindici in Europa e tre in Canada) implementate negli ultimi trent'anni, arrivando alla conclusione che l'impatto non è significativo per l'inflazione, e che in ogni caso l'effetto è limitato all'inflazione *headline* (*headline CPI*).

Lo studio illustra inizialmente la differenza del livello di inflazione tra uno scenario in cui le economie colpite dalla tassa e un altro, costruito appositamente, in cui la tassa non viene implementato.

**FIGURE 10 E 11: Differenze del livello di inflazione tra economie colpite dalla carbon tax e economie non colpite dalla tassazione**



Fonte: Konradt, M., & di Mauro, B. W. (2023). Carbon Taxation and Greenflation: Evidence from Europe and Canada. *Journal of the European Economic Association*. [http://repec.graduateinstitute.ch/pdfs/Working\\_papers/HEIDWP17-2021.pdf](http://repec.graduateinstitute.ch/pdfs/Working_papers/HEIDWP17-2021.pdf)

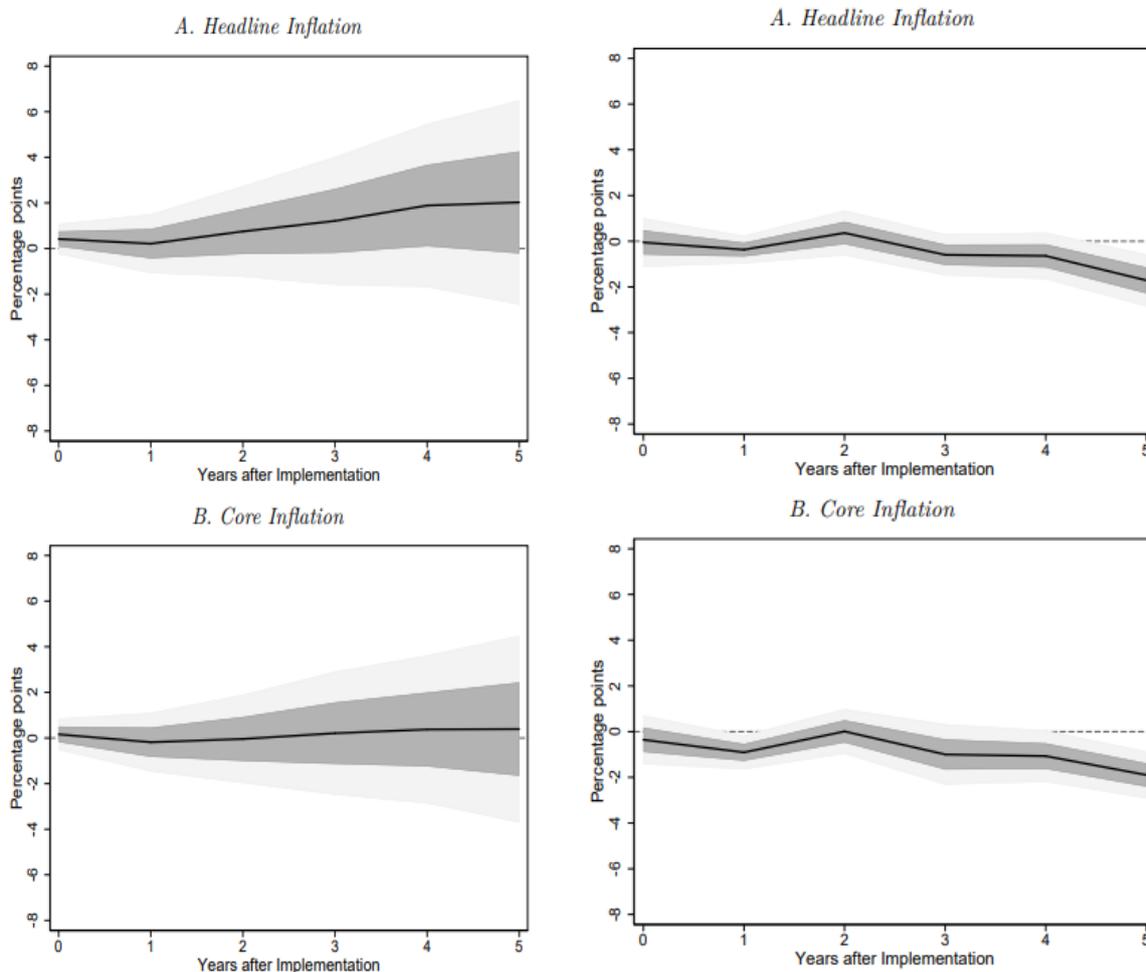
Per quanto riguarda l'inflazione *headline*, si osserva che, nel momento in cui la *carbon tax* viene implementata ( $t=0$ ), la curva relativa all'economia colpita giace al di sotto di quella senza tassazione per i successivi cinque anni, sia per l'Europa che per il Canada.

In merito all'inflazione *Food*, *Energy* e *Core*, viene rappresentata graficamente la differenza nei valori dei due scenari. Per l'Europa, si osserva una riduzione persistente dei valori *Food* e *Core*, mentre l'inflazione *Energy* declina in seguito ad un leggero incremento iniziale. In Canada, l'andamento dell'inflazione *Food* e *Core* è analogo all'Europa, mentre il valore *Energy* tende a oscillare intorno allo zero.

In sostanza, i dati mostrano che, in seguito all'implementazione della *carbon tax*, non si generano forti pressioni inflazionarie: al contrario, i grafici suggeriscono una risposta deflazionaria.

Il modello, inoltre, studia la risposta del campione europeo e canadese all'applicazione di una tassa di 40 USD/tCO<sub>2</sub> sul 30% delle emissioni totali.

**FIGURE 12 E 13: Effetti della carbon tax sull'inflazione headline e core (a sinistra dati sull'Europa, a destra dati sul Canada)**



Fonte: Konradt, M., & di Mauro, B. W. (2023). Carbon Taxation and Greenflation: Evidence from Europe and Canada. *Journal of the European Economic Association*. [http://repec.graduateinstitute.ch/pdfs/Working\\_papers/HEIDWP17-2021.pdf](http://repec.graduateinstitute.ch/pdfs/Working_papers/HEIDWP17-2021.pdf)

Per l'Europa, i dati mostrano una risposta minima dell'inflazione *headline* alla tassazione, mentre per quanto riguarda l'inflazione *core* l'effetto è praticamente nullo, un dato in linea con l'idea per cui la tassa colpisce i prezzi dell'energia senza effetto di spillover sugli altri prezzi.

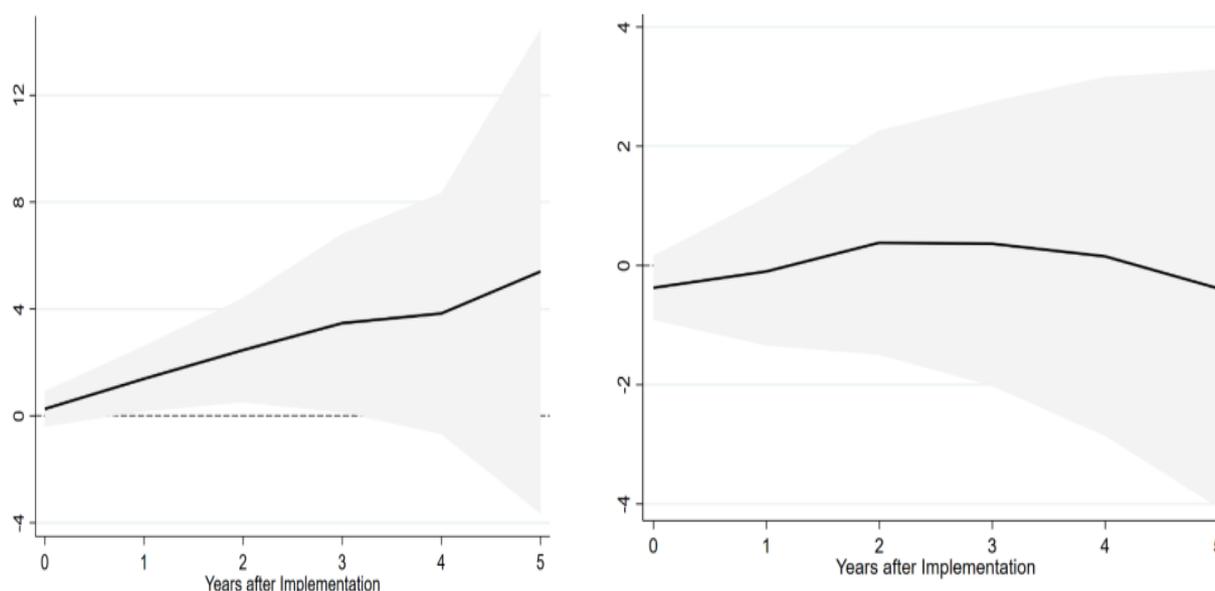
In Canada, invece, si osserva una risposta deflazionaria, sia per l'inflazione *headline* che per quella *core*; una risposta che è, inoltre, più precisa (le regioni grigie rappresentano la deviazione standard intorno al valore stimato).

Konradt e di Mauro pongono anche attenzione su tre fattori che possono incidere sulla portata degli effetti inflazionistici causati dal *carbon pricing* nei Paesi europei: il periodo in cui viene implementata la tassa, distinguendo tre diversi range di anni (prima del 2000, dal 2000 al 2010 e dopo il 2010), l'attività di *revenue recycling*, cioè come vengono utilizzati i proventi della tassazione, e l'autonomia nella politica monetaria.

I dati mostrano che nei Paesi con politica monetaria indipendente e dotati di programmi per il reinvestimento dei proventi della tassazione, e in cui la *carbon tax* viene implementata nelle prime fasi, l'impatto sull'inflazione è più contenuto rispetto agli Stati dell'Eurozona in cui la tassa viene applicata nelle fasi finali e non sono previsti piani di *recycling* delle entrate.

McKibbin et al. (2021), allo stesso modo di Konradt e di Mauro (2021), nel loro modello applicano una *carbon tax* di 40 USD/tCO<sub>2</sub> ad un campione di Paesi europei, stimando la risposta nei cinque anni successivi all'implementazione.

**FIGURE 14 E 15: Effetti della carbon tax sull'inflazione dopo cinque anni dall'implementazione (a sinistra inflazione headline, a destra inflazione core)**



Fonte: McKibbin, Konradt, di Mauro. (2021). *Climate Policies and Monetary Policies in the Euro Area*. [https://www.ecb.europa.eu/pub/conferences/ecbforum/shared/pdf/2021/McKibbin\\_paper.en.pdf](https://www.ecb.europa.eu/pub/conferences/ecbforum/shared/pdf/2021/McKibbin_paper.en.pdf)

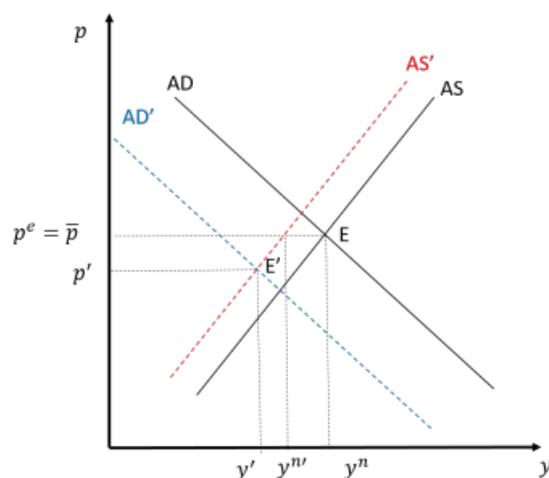
I risultati mostrano una risposta inflazionaria per quanto riguarda l'inflazione *headline*, mentre per l'inflazione *core* si osserva una leggera tendenza deflazionaria.

Possibili scenari deflazionari sono evidenziati anche nell'analisi di Carlin et al. (2022) e nel modello di Ferrari e Nispi Landi (2022).

Quest'ultimo analizza l'effetto di una *carbon tax* nel breve periodo in un modello neo-keynesiano a due periodi, con una rappresentazione grafica attraverso le curve OD-OA: nel primo periodo (*short run*) si assume che solo alcune imprese possono aggiustare i prezzi in seguito allo shock, mentre le altre li mantengono al livello predeterminato.

Nel momento in cui viene implementata la tassa (il cui importo si assume aumenti nel tempo), i costi marginali aumentano e le imprese che possono farlo aumenteranno i prezzi, causando uno spostamento verso l'alto della curva OA, che significa aumento dei prezzi e pressione inflazionaria. Tuttavia, l'aumento nel lungo periodo della *carbon tax* porta le famiglie a prevedere un reddito futuro più basso e tagliare consumi e investimenti, causando lo spostamento verso il basso della curva OD, che implica pressioni deflazionarie. Nel modello, il secondo effetto è superiore al primo, per cui l'effetto della transizione energetica green risulta deflazionario nel breve periodo.

**FIGURA 16: Rappresentazione dell'effetto della carbon tax sull'inflazione attraverso il modello AD-AS**



Fonte: Ferrari, Nispi Landi. (2022). Will the green transition be inflationary? Expectations matter. European Central Bank. <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecb.wp2726~3e04b5ba5d.en.pdf>

Le conclusioni del modello si basano su un'assunzione forte, ovvero sia che le famiglie hanno una perfetta previsione del meccanismo della *carbon tax*, che gli permette di anticipare la riduzione futura del reddito e di conseguenza ridurre i consumi correnti. Senza questa assunzione chiave (o considerando che la percentuale di famiglie con perfetta previsione non sia significativa), l'effetto della transizione nel breve periodo sarebbe inflazionaria.

#### 1.4 Conclusioni

Nei paragrafi precedenti si è analizzato come la letteratura abbia riscontrato conclusioni diverse sull'effetto della tassazione delle emissioni sull'inflazione. Da un lato alcuni studi evidenziano la transizione energetica *green* accelerata da meccanismi di *carbon pricing* possa dar luogo a scenari inflazionistici nell'economia. Dall'altro, diversi modelli sottolineano che tali politiche mirate a ridurre le emissioni nocive per l'ambiente possono causare deboli effetti inflazionari, in certi casi anche deflazionari. In particolare, incrementi nel valore dell'inflazione si registrano principalmente per l'inflazione *headline*, mentre per l'inflazione *core* gli effetti appaiono più contenuti e, in alcuni casi, deflazionari.

## CAPITOLO 2: ANALISI DEI DATI

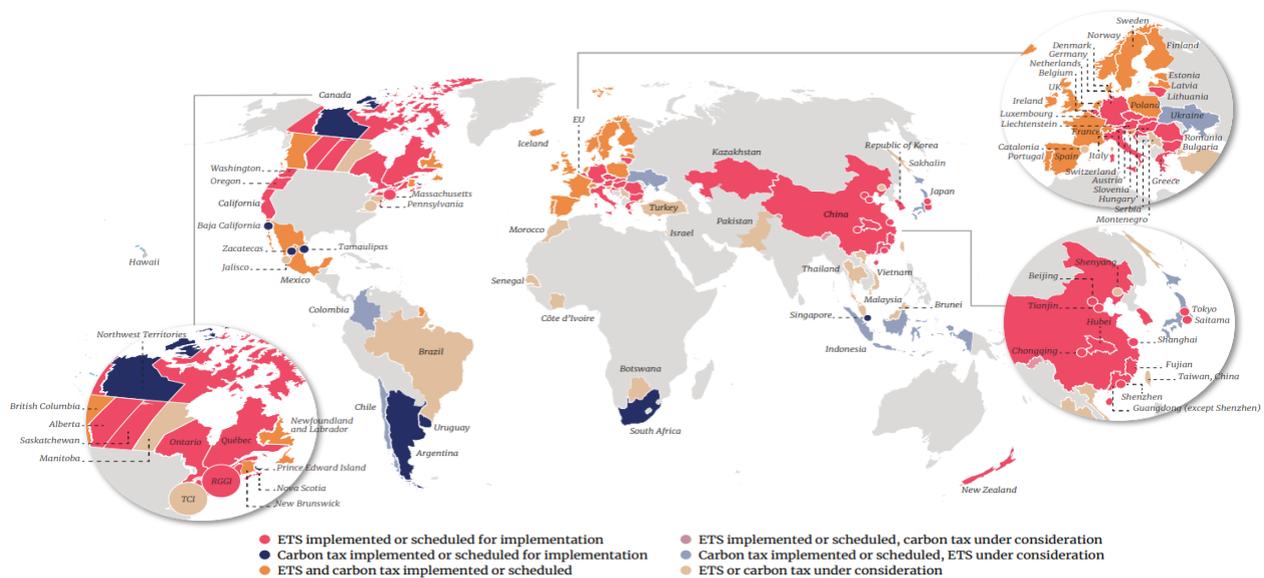
### 2.1 Le variabili *carbon tax* ed ETS

La *carbon tax* e l'ETS rappresentano i principali strumenti di carbon pricing adoperati per sostenere la transizione verso un'economia green a basse emissioni nocive. La tassa fa riferimento al prezzo stabilito per ogni tonnellata di CO<sub>2</sub> emessa, mentre l'ETS riguarda i sistemi attraverso i quali possono essere scambiate quote di emissioni di gas nocivi ad un prezzo stabilito dalle leggi del mercato.

Le informazioni in merito all'implementazione dei due strumenti provengono dal "Carbon Pricing Dashboard", una piattaforma curata dalla Banca Mondiale in collaborazione con l'ICAP ("International Carbon Action Partnership") e il la CPLC ("Carbon Pricing Leadership Coalition"), le quali sono composte da leader istituzionali e non a livello internazionale che supportano le implementazioni di politiche di *carbon pricing*, discutono i risultati ottenuti fino ad oggi e delineano le prospettive per il futuro di tali strumenti.

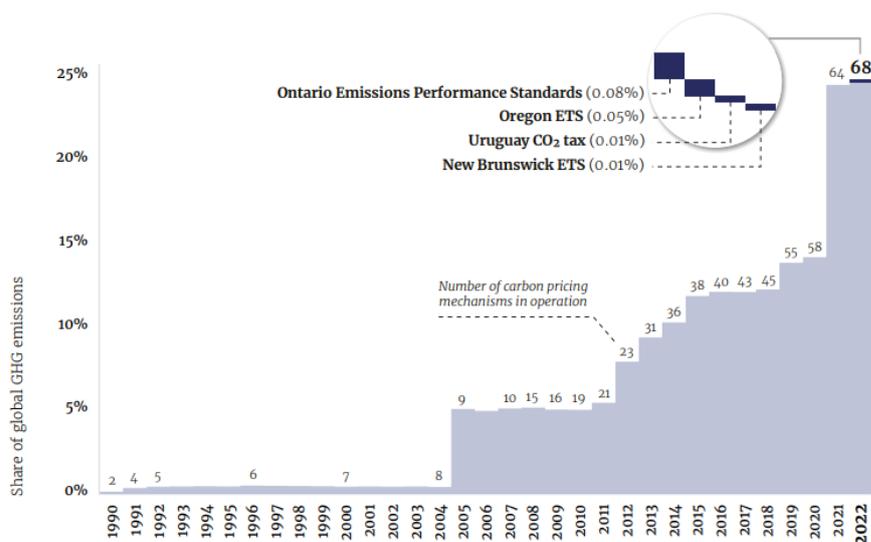
Tale piattaforma contiene tutte le informazioni aggiornate relative alle iniziative di *carbon pricing* nel mondo, basandosi sui dati dello "State and Trends of Carbon Pricing", un report pubblicato annualmente dalla Banca Mondiale in cui vengono illustrate e schematizzati i più recenti dati relativi al *carbon pricing*.

**Figura 17: Mappatura dell'implementazione della *carbon tax* e dell'ETS a livello mondiale**



Fonte: World Bank. (2022, 24 maggio). *State and Trends of Carbon Pricing 2022*. Handle Proxy. <http://hdl.handle.net/10986/37455>

**Figura 18: Numero di attività di carbon pricing attive a livello mondiale e quota di emissioni coperte**

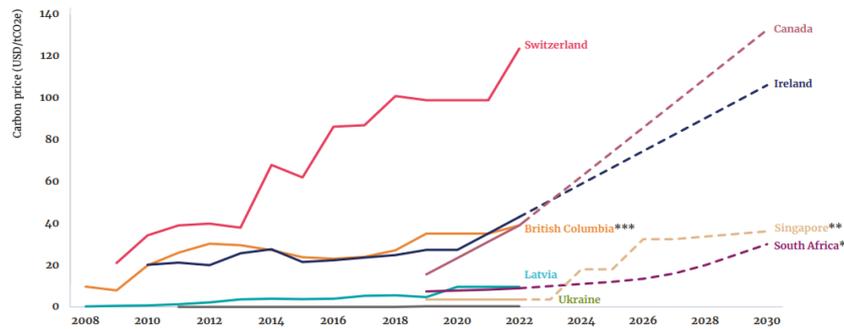


Fonte: World Bank. (2022, 24 maggio). State and Trends of Carbon Pricing 2022. Handle Proxy. <http://hdl.handle.net/10986/37455>

I dati delle figure mostrano 68 iniziative di *carbon pricing* all'attivo nel mondo (Aprile 2022), per la maggior parte concentrate in Europa e Nord America. In Sud America, Africa e Asia (a eccezione di Cina, Giappone e Corea del Sud), invece, la maggioranza di tali politiche sono in fase di studio. Tuttavia, la quota di emissioni coperte dagli strumenti di *carbon pricing* ammonta soltanto al 25%.

Per quanto riguarda i prezzi, si registra una tendenza crescente significativa. La figura 3 mostra l'andamento delle *carbon tax* in diversi Paesi, sottolineando la crescita dei prezzi negli ultimi anni ed evidenziando gli incrementi di prezzi per il futuro già programmati, indicati dalle linee tratteggiate nel grafico.

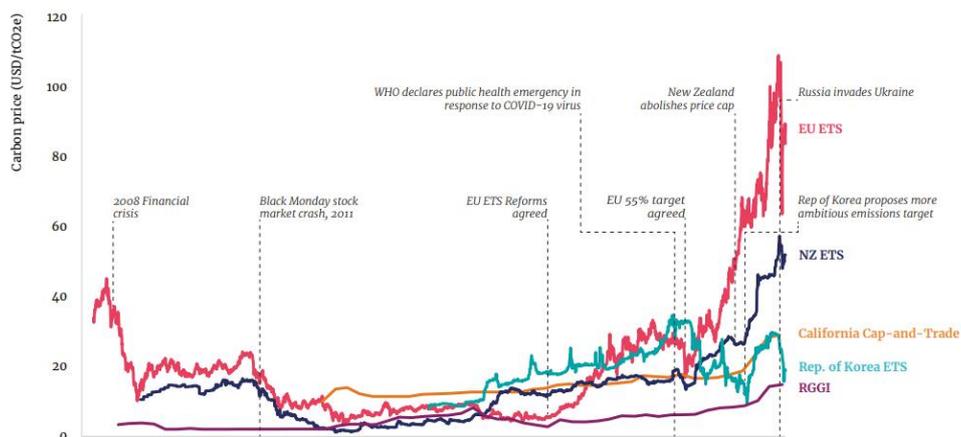
**Figura 19: Incremento della carbon tax in diversi Paesi**



Fonte: World Bank. (2022, 24 maggio). *State and Trends of Carbon Pricing 2022*. Handle Proxy. <http://hdl.handle.net/10986/37455>

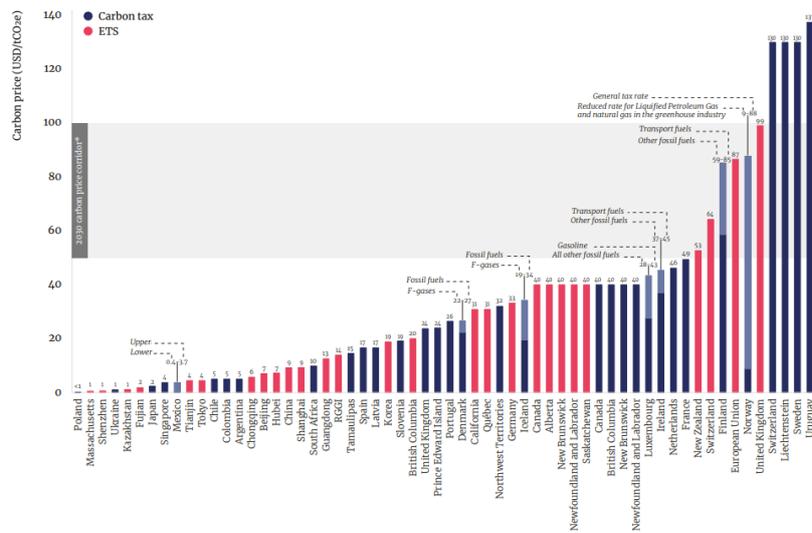
Per quanto riguarda l'ETS, come mostra la figura 20, spicca l'EU ETS, introdotto a livello dell'Unione Europea nel 2005 e attivo in tutti i paesi UE più Norvegia, Liechtenstein e Islanda, ha raggiunto un valore record superiore a 100 dollari per tonnellata di CO<sub>2</sub> e, superata una violenta fase di ribasso dovuta allo scoppio del conflitto russo-ucraino, il suo valore si assesta a circa 87 USD/tCO<sub>2</sub> (Aprile 2022), un valore superiore rispetto alla media degli ETS e superato soltanto dall'ETS del Regno Unito, come indicato nella figura 21, che illustra i prezzi delle carbon tax e dell'ETS aggiornati ad Aprile 2022.

**Figura 20: Andamento dei prezzi di diversi ETS dal 2008 al 2021**



Fonte: Fonte: World Bank. (2022, 24 maggio). *State and Trends of Carbon Pricing 2022*. Handle Proxy. <http://hdl.handle.net/10986/37455>

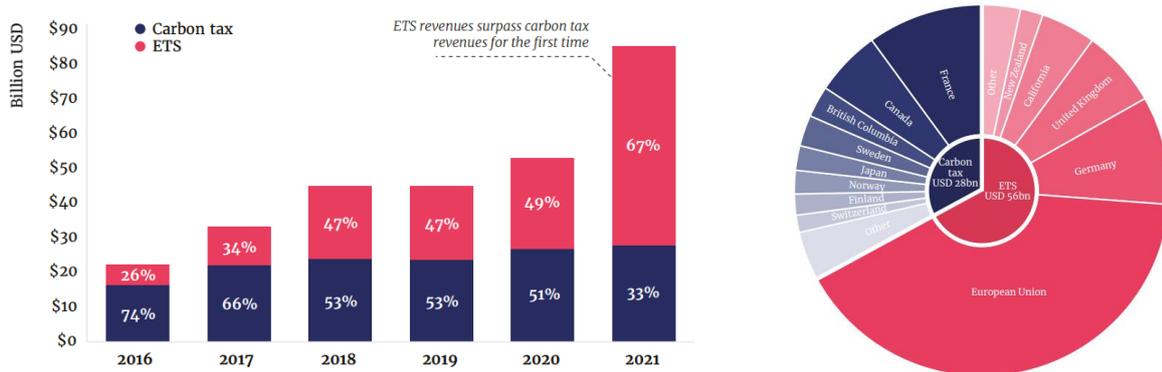
**Figura 21: Prezzi di carbon tax ed ETS nel mondo, Aprile 2022**



Fonte: World Bank. (2022, 24 maggio). State and Trends of Carbon Pricing 2022. Handle Proxy. <http://hdl.handle.net/10986/37455>

Inoltre, dal confronto dei due principali meccanismi di *carbon pricing* illustrato in figura 22, emerge la sempre maggiore rilevanza degli ETS. Per la prima volta, infatti, le entrate generate da questi sistemi di negoziazione delle emissioni hanno superato quelle relative alla *carbon tax* (56 miliardi di dollari contro 28 miliardi di dollari), principalmente grazie alla crescita più rapida dei prezzi registrata dagli ETS ed all'ingente apporto fornito dall'EU ETS.

**Figura 22: Evoluzione nel tempo delle entrate generate dal carbon pricing e dati sulle entrate nel 2021**



Fonte: World Bank. (2022, 24 maggio). State and Trends of Carbon Pricing 2022. Handle Proxy. <http://hdl.handle.net/10986/37455>

## 2.2 Descrizione del modello

L'analisi dei dati si basa sul modello empirico sviluppato da Richhild Moessner nel 2022 ("Effects of carbon pricing on inflation"), con l'obiettivo di studiare l'effetto ex-post del *carbon pricing* sull'inflazione generale e sui sottocomponenti di inflazione dei fattori energetici e dei prodotti alimentari, oltre che sull'inflazione di fondo, misurata escludendo l'energia e gli alimenti, in 35 Paesi dell'OCSE.

Similmente, il campione di riferimento dell'analisi del presente elaborato è rappresentato da 33 Paesi dell'OCSE (Australia, Austria, Belgio, Canada, Cile, Repubblica Ceca, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Ungheria, Irlanda, Israele, Italia, Giappone, Corea del Sud, Lettonia, Lituania, Messico, Paesi Bassi, Nuova Zelanda, Norvegia, Polonia, Portogallo, Slovacchia, Slovenia, Spagna, Svezia, Svizzera, Regno Unito e Stati Uniti).

Per replicare l'analisi di Moessner, sono stati raccolti dati annuali relativi all'inflazione, al *carbon pricing*, all'*output gap* e al tasso di cambio effettivo nominale (*neer, nominal effective exchange rate*).

**Tabella 1: Le variabili del modello**

VARIABILE	DEFINIZIONE	FONTE
<i>CPI_HEADLINE</i>	Misura complessiva dell'inflazione CPI, che include gli elementi volatili quali gli alimenti e l'energia	OECD
<i>CPI_ENERGY</i>	Misura dell'inflazione CPI relativa all'energia	OECD
<i>CPI_CORE</i>	Misura dell'inflazione CPI complessiva svuotata degli elementi volatili ("food" e "energy")	OECD
<i>CPI_FOOD</i>	Misura dell'inflazione CPI relativa ai prodotti alimentari	OECD
<i>OUTPUT GAP</i>	Differenza tra output effettivo e output potenziale di un Paese	OECD
<i>NEER</i>	Variazione del tasso di cambio effettivo nominale	BIS, <i>broad indices</i>
<i>CARBON TAX</i>	Prezzo in USD/tCO <sub>2</sub> fissato per ogni tonnellata di gas nocivi emessi	Carbon Pricing Dashboard-World Bank
<i>ETS</i>	Prezzo in USD/tCO <sub>2</sub> dei diritti di emissione di sostanze nocive che possono essere scambiati sul mercato	Carbon Pricing Dashboard-World Bank

**Tabella 2: Informazioni di statistica descrittiva sulle variabili del modello**

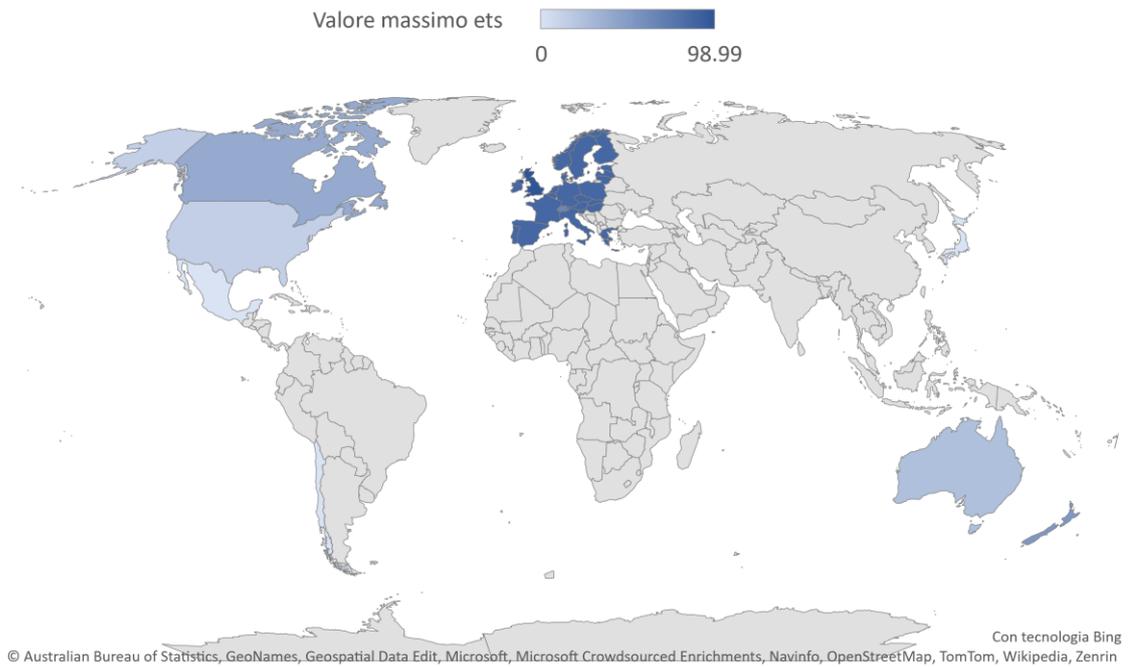
<i>Variabile</i>	<i>Osservazioni</i>	<i>Media</i>	<i>Deviazione standard</i>	<i>Minimo</i>	<i>Massimo</i>
<i>cpi_headline</i>	1,075	83.20956	22.20355	0.35	139.76
<i>cpi_food</i>	1,050	83.62979	21.84216	1.6	159.53
<i>cpi_energy</i>	1,039	79.86933	29.6607	5.06	207.41
<i>cpi_core</i>	1,035	86.52792	18.48011	8.51	132.78
<i>output_gap</i>	1,018	-0.49921	3.012308	-13.74	16.87
<i>delta_neer</i>	924	-0.33073	10.79446	-283.08	16.50999
<i>ct</i>	1,089	9.236364	24.45671	0	168.83
<i>ets</i>	1,089	8.541534	16.23778	0	98.99

Fonte: Elaborazioni svolte sul software Stata sulla base di dati ottenuti dal database OECD, dal database BIS e dal "Carbon Pricing Dashboard"

Per le variabili *ct* ed *ets*, le figure 23, 24, 25 forniscono informazioni riguardanti la diffusione del *carbon pricing* nel mondo e l'andamento nel tempo. Le mappe nelle figure 7 e 8 mostrano come in Europa si registrino i valori più alti per l'ETS, mentre, per quanto riguarda la *carbon tax*, il primato spetta ai Paesi scandinavi (Finlandia, Norvegia e Svezia), che presentano i prezzi in dollari per tonnellata di CO<sub>2</sub> emessa più alti.

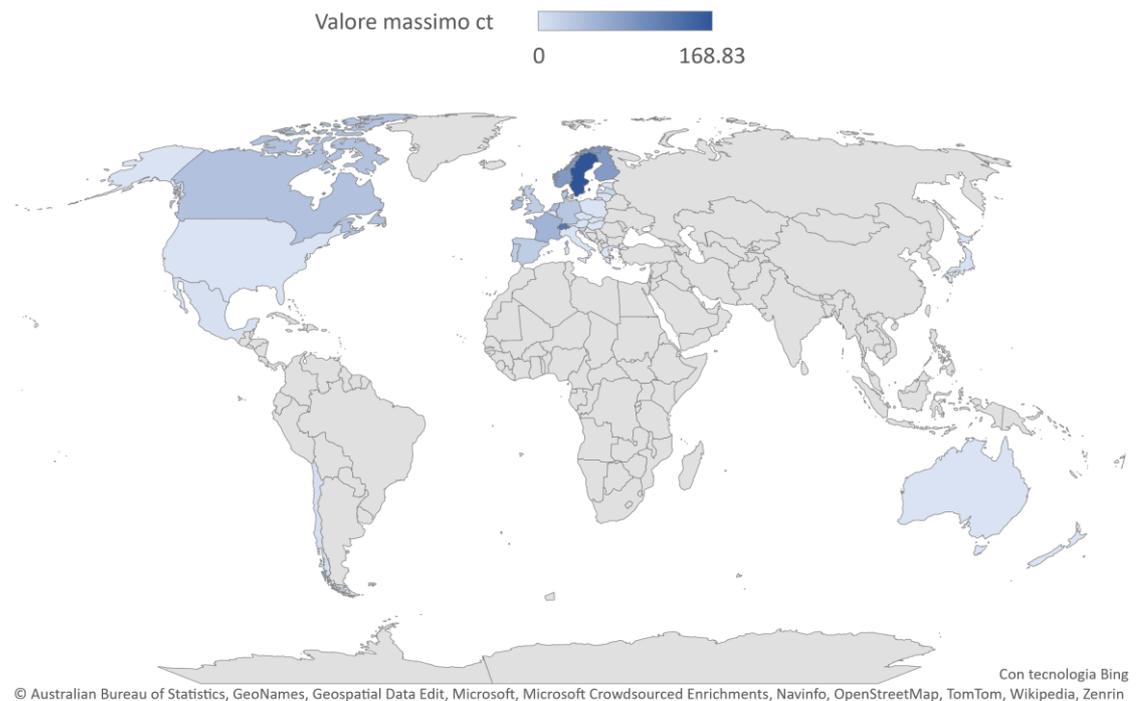
La figura 9 mostra nel dettaglio l'andamento del valore medio dell'ETS. Il 2005 rappresenta il punto di partenza per l'implementazione di tali politiche, e negli ultimi anni si registra un trend crescente dei prezzi significativo.

**FIGURA 23: Valore massimo assunto dall'ETS per Paese**



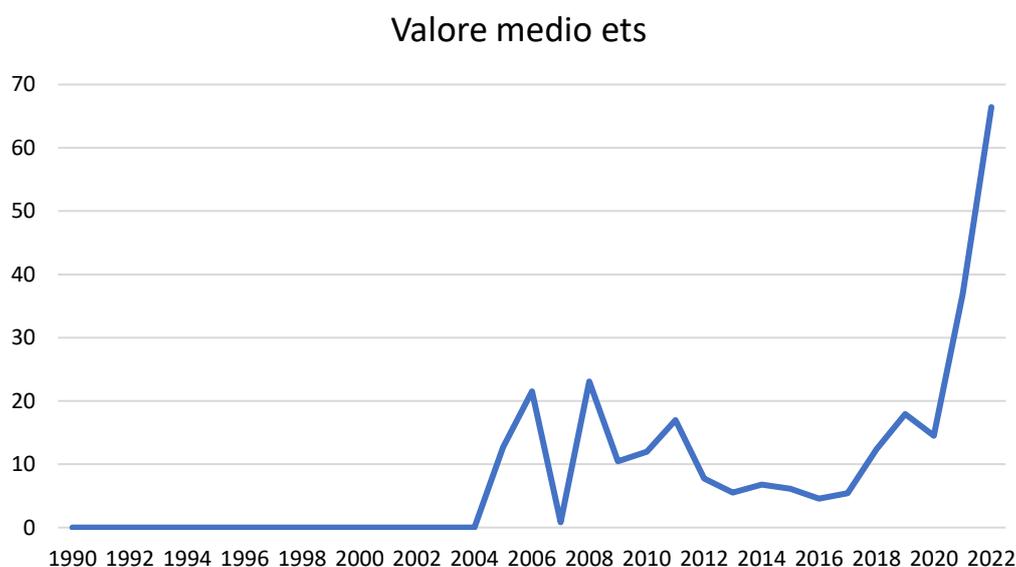
Fonte: Elaborazioni svolte sul software Stata e sul software Excel sulla base di dati ottenuti dal "Carbon Pricing Dashboard"

**FIGURA 24: Valore massimo assunto dalla carbon tax per Paese**



Fonte: Elaborazioni svolte sul software Stata e sul software Excel sulla base di dati ottenuti dal "Carbon Pricing Dashboard"

**FIGURA 25: Valore medio dell'ETS nel tempo**



Fonte: Elaborazioni svolte sul software Stata e sul software Excel sulla base di dati ottenuti dal "Carbon Pricing Dashboard"

Per l'inflazione, sono stati utilizzati gli indici di inflazione *CPI headline*, *food*, *energy* e *core* (ottenuta rimuovendo cibo ed energia dall'inflazione di base) della banca dati OECD. La misura CPI (*Consumer Price Index*, tradotto "Indice dei prezzi al consumo") fa riferimento al cambiamento dei prezzi nel tempo di un paniere rappresentativo di beni e servizi.

La variabile *output\_gap* si riferisce all'output gap, definito come la differenza tra l'output effettivo e l'output potenziale di un Paese, espresso come percentuale del Pil. I dati sono estratti dalla banca dati OECD.

Per quanto riguarda la *carbon tax* e l'ETS, la fonte dei dati è il "Carbon Pricing Dashboard". I valori del *carbon pricing* sono rappresentati dalle variabili *ct* ed *ets*. La variabile *ct* misura il prezzo in dollari fissato per ogni tonnellata di gas nocivi emessi, mentre la variabile *ets* rappresenta il prezzo in dollari dei diritti di emissione di sostanze nocive che possono essere scambiati sul mercato.

In merito alle variazioni del tasso di cambio, queste sono incluse nel modello attraverso la variabile *delta\_neer*, che indica la variazione registrata nel tasso di cambio effettivo nominale. I valori indicano delle medie annuali dei dati mensili basati su indici ampi (*broad indices*). La fonte è il database della BIS ("Bank of International Settlements", tradotto "Banca dei Regolamenti Internazionali").

Il modello include anche delle variabili dummy *c* (da *c1* a *c33*) e *y* (da *y1* a *y33*) che catturano *fixed effects* relativi, rispettivamente, alle nazioni e agli anni del campione, che possono influenzare l'inflazione. Le variabili assumono valore 1 in riferimento alla nazione/anno a cui sono associate, 0 negli altri casi.

Con queste variabili si costruisce il modello di regressione, che ha il *carbon pricing* come variabile indipendente e l'inflazione come variabile dipendente. Le stime dei coefficienti sono realizzate sia

per l'inflazione *headline* e le sue tre sottocomponenti (*core*, *food*, *energy*) sia per le variazioni di inflazioni, considerando l'effetto del *carbon pricing* (*carbon tax* ed ETS) dell'anno corrente e dell'anno precedente. In totale, perciò, si ottengono trentadue equazioni di regressione.

$$inf_{jt} = \alpha ct_t + \beta inf\_j\_ex_t + \gamma output\_gap_t + \delta delta\_neer_t + \varepsilon_t$$

$$dinf_{jt} = \alpha ct_t + \beta inf\_j\_ex_t + \gamma output\_gap_t + \delta delta\_neer_t + \varepsilon_t$$

$$inf_{jt} = \alpha ets_t + \beta inf\_j\_ex_t + \gamma output\_gap_t + \delta delta\_neer_t + \varepsilon_t$$

$$dinf_{jt} = \alpha ets_t + \beta inf\_h\_ex_t + \gamma output\_gap_t + \delta delta\_neer_t + \varepsilon_t$$

Nelle equazioni la lettera "j" si riferisce genericamente alla misura di inflazione generale e ai suoi sottocomponenti.

### 2.3 Analisi e commento dei risultati

Dall'analisi dei risultati delle regressioni, come illustrato nelle tabelle 3 e 4, risulta che la *carbon tax* non ha effetti significativi sull'inflazione e la variazione di inflazione *headline* e i suoi sottocomponenti *core*, *energy* e *food*, dal momento che la variabile *ct* ha dei p-valori superiori a 0.1.

**Tabella 3: Effetto della carbon tax dell'anno corrente sull'inflazione headline e i suoi sottocomponenti energy, core e food**

	inf_h	inf_e	inf_c	inf_f
<b>ct</b>	-0.000037 (-0.99)	0.000148 (-1.01)	-0.0000218 (-0.70)	-0.0000104 (-0.16)
<b>inf_ex</b>	0.656*** (-38.66)	0.295*** (-7.98)	0.696*** (-43.37)	0.429*** (-16.17)
<b>output_gap</b>	0.00117*** (-5.69)	-0.0000517 (-0.06)	0.00123*** (-7.07)	0.00157*** (-4.25)
<b>delta_neer</b>	-0.00104*** (-23.78)	-0.00177*** (-10.24)	-0.000879*** (-24.08)	-0.00136*** (-17.50)
<b>_cons</b>	0.0048 -0.84	-0.0519*** (-3.38)	0.0142*** (-4.34)	0.0224* (-2.22)
<b>fixed effects</b>	Yes	Yes	Yes	Yes
<b>N</b>	907	893	889	897
<b>R-sq</b>	0.869	0.715	0.872	0.714
<b>adj. R-sq</b>	0.859	0.693	0.863	0.693

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001

Fonte: Elaborazioni svolte sul software Stata sulla base di dati ottenuti dal database OECD, dal database BIS e dal "Carbon Pricing Dashboard"

**Tabella 4: Effetto della carbon tax dell'anno corrente sulla variazione di inflazione headline e i suoi sottocomponenti energy, core e food**

	<b>dinf_h</b>	<b>dinf_e</b>	<b>dinf_c</b>	<b>dinf_f</b>
<b>ct</b>	0.0109 (-0.64)	0.0207 (-0.46)	0.00857 (-0.73)	-0.00235 (-0.06)
<b>inf_ex</b>	2.294 (-0.3)	-34.20** (-3.01)	-3.769 (-0.62)	-7.012 (-0.49)
<b>output_gap</b>	0.211* (-2.26)	-0.627* (-2.47)	0.116 (-1.78)	0.061 (-0.3)
<b>delta_neer</b>	0.000486 (-0.02)	-0.0181 (-0.34)	-0.0125 (-0.90)	-0.0424 (-1.01)
<b>_cons</b>	-1.268 (-0.73)	2.848 (-0.6)	1.163 (-0.95)	1.186 (-0.22)
<b>fixed effects</b>	Yes	Yes	Yes	Yes
<b>N</b>	906	892	887	894
<b>R-sq</b>	0.078	0.101	0.079	0.066
<b>adj. R-sq</b>	0.009	0.033	0.008	-0.005

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

Fonte: Elaborazioni svolte sul software Stata sulla base di dati ottenuti dal database OECD, dal database BIS e dal "Carbon Pricing Dashboard"

Al contrario, per quanto riguarda l'ETS, si riscontrano degli effetti significativi, illustrati nelle tabelle 5 e 6. In particolare, in merito alla variabile *ets*, le regressioni mostrano effetti positivi sull'inflazione: un incremento della variabile *ets* (che indica i prezzi a cui vengono negoziate le quote di emissione), causa un incremento dell'inflazione *energy* di 0.0015 al livello di significatività dell'1% (p-valore prossimo allo zero) (tabella 5) e della variazione di inflazione *energy* di 0.156 al livello di significatività del 5% (tabella 6), oltre ad un aumento dell'inflazione *food* di 0.0002 (livello di significatività del 5%) (tabella 5) e dell'inflazione *headline* di 0.00015 (livello di significatività del 10%) (tabella 5). Non si registrano effetti significativi per l'inflazione e la variazione di inflazione *core* (tabella 5 e 6).

**Tabella 5: Effetto dell'ETS dell'anno corrente sull'inflazione headline e i suoi sottocomponenti energy, core e food**

	<b>inf_h</b>	<b>inf_e</b>	<b>inf_c</b>	<b>inf_f</b>
<b>ets</b>	0.000154** (-2.81)	0.00150** (-7.07)	-0.0000639 (-1.39)	0.000197* (-2)
<b>inf_ex</b>	0.654*** (-38.99)	0.290*** (-8.1)	0.695*** (-43.65)	0.431*** (-16.34)
<b>output_gap</b>	0.00113*** (-5.48)	-0.000504 (-0.63)	0.00124*** (-7.17)	0.00151*** (-4.08)
<b>delta_neer</b>	-0.00103*** (-23.63)	-0.00170*** (-10.06)	-0.000883*** (-24.13)	-0.00135*** (-17.36)
<b>_cons</b>	0.0715*** (-13)	0.198*** (-10.46)	0.0476*** (-11.94)	0.115*** (-13.5)
<b>fixed effects</b>	Yes	Yes	Yes	Yes
<b>N</b>	893	907	889	897
<b>R-sq</b>	0.731	0.87	0.873	0.716
<b>adj. R-sq</b>	0.71	0.86	0.863	0.694

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

Fonte: Elaborazioni svolte sul software Stata sulla base di dati ottenuti dal database OECD, dal database BIS e dal "Carbon Pricing Dashboard"

**Tabella 6: Effetto dell'ETS dell'anno corrente sulla variazione di inflazione headline e i suoi sottocomponenti energy, core e food**

	<b>dinf_h</b>	<b>dinf_e</b>	<b>dinf_c</b>	<b>dinf_f</b>
<b>ets</b>	-0.00484 (-0.19)	0.156* (-2.32)	0.00463 (-0.26)	0.0628 (-1.18)
<b>inf_ex</b>	2.896 (-0.38)	-34.56** (-3.06)	-3.285 (-0.55)	-6.26 (-0.44)
<b>output_gap</b>	0.212* (-2.26)	-0.674** (-2.66)	0.114 (-1.74)	0.0412 (-0.21)
<b>delta_neer</b>	0.0000263 (0)	-0.0101 (-0.19)	-0.0124 (-0.90)	-0.0388 (-0.92)
<b>_cons</b>	-2.131 (-1.24)	10.66 (-1.79)	1.306 (-1)	-0.365 (-0.09)
<b>fixed effects</b>	Yes	Yes	Yes	Yes
<b>N</b>	892	906	887	894
<b>R-sq</b>	0.107	0.077	0.078	0.068
<b>adj. R-sq</b>	0.039	0.008	0.008	-0.003

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

Fonte: Elaborazioni svolte sul software Stata sulla base di dati ottenuti dal database OECD, dal database BIS e dal "Carbon Pricing Dashboard"

I risultati delle regressioni per le variabili relative al *carbon pricing* ritardato di un anno, *ct\_year\_before* e *ets\_year\_before*, sono illustrati in appendice.

Per effettuare ulteriori analisi si ricavano, per la variabile *ets*, i percentili e le deviazioni standard.

**Tabella 7: Informazioni sulla variabile *ets***

<b>ets</b>			
	<b>Percentiles</b>	<b>Smallest</b>	
<b>1%</b>	0	0	
<b>5%</b>	0	0	
<b>10%</b>	0	0	<b>Obs</b> 894
<b>25%</b>	0	0	<b>Sum of wgt.</b> 894
<b>50%</b>	1.26		<b>Mean</b> 10.40
		<b>Largest</b>	<b>Std. Dev.</b> 17.38
<b>75%</b>	16.37	86.53	
<b>90%</b>	32.24	86.53	<b>Variance</b> 301.94
<b>95%</b>	49.78	86.53	<b>Skewness</b> 2.62
<b>99%</b>	86.53	98.99	<b>Kurtosis</b> 10.93

*Fonte: Elaborazioni svolte sul software Stata sulla variabile ets creata sulla base dei dati ottenuti dal "Carbon Pricing Dashboard"*

La tabella 7 fornisce informazioni per quanto riguarda il 95° percentile della variabile *ets* e la deviazione standard, che hanno valore rispettivamente di 49.78 e 17.38.

In merito agli effetti significativi osservati in precedenza, si analizza il costo maggiore in termini di inflazione nel passaggio da Paesi che hanno ETS pari a 0 (5° percentile) al 95° percentile e l'aumento dell'inflazione causato da un incremento di un'unità di deviazione standard della variabile *ets*.

**Tabella 8: Effetto sull'inflazione nel passaggio da Paesi a ETS 0 (5° percentile) al 95° percentile e dell'incremento di un'unità di deviazione standard, variabile ets**

	<u>ets</u>		
	coefficiente inflazione headline 0.0002	coefficiente inflazione energy 0.0015	coefficiente inflazione food 0.0002
<b>95% percentile</b>	49.7800	49.7800	49.7800
<b>effetto sull'inflazione</b>	0.0077	0.0747	0.0098
<b>Deviazione standard</b>	17.38	17.38	17.38
<b>effetto sull'inflazione</b>	0.1332	1.2975	0.1704

Fonte: Elaborazioni svolte su Excel sulla variabile ets creata sulla base dei dati ottenuti dal "Carbon Pricing Dashboard"

Per la variabile ets, il passaggio dal 5° percentile al 95° percentile comporta un incremento di 0.0077 per l'inflazione *headline*, 0.0747 per l'inflazione *energy* e di 0.0098 per l'inflazione *food*. L'incremento di una deviazione standard, invece, provoca un effetto positivo sull'inflazione *headline*, *energy* e *food*, rispettivamente di 0.0027, 0.0261 e 0.0034, per la variabile ets, come illustra la tabella 8.

Inoltre, sono state effettuate delle analisi relative agli effetti sull'inflazione in ogni Paese del campione preso singolarmente. Nel dettaglio, una volta ricavati i valori massimi dell'ETS per ciascuna nazione, si è osservata la variazione di inflazione dovuta al passaggio da una situazione in cui non vi era alcun meccanismo di negoziazione delle emissioni (prezzo = 0) allo scenario in cui si registra il valore massimo raggiunto dal prezzo delle emissioni. Gli incrementi di inflazione sono ottenuti dal prodotto dei coefficienti significativi del modello di regressioni (in merito alla variabile ets) e dei valori massimi e sono mostrati nella tabella 9.

**Tabella 9: Effetto sull'inflazione nel passaggio da ETS = 0 al valore massimo per ciascun Paese (variabile ets)**

<i>Country</i>	<i>Valore massimo</i>	<i>coefficiente inf_e</i>	<i>coefficiente inf_h</i>	<i>coefficiente inf_f</i>	<i>effetto sull'inflazione energy</i>	<i>effetto sull'inflazione headline</i>	<i>effetto sull'inflazione food</i>
<b>Australia</b>	24.66	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.0370</b>	<b>0.0038</b>	<b>0.0049</b>
<b>Austria</b>	86.53	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.1298</b>	<b>0.0133</b>	<b>0.0170</b>
<b>Belgium</b>	86.53	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.1298</b>	<b>0.0133</b>	<b>0.0170</b>
<b>Canada</b>	39.96	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.0599</b>	<b>0.0062</b>	<b>0.0079</b>
<b>Chile</b>	0	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>
<b>Czech Republic</b>	86.53	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.1298</b>	<b>0.0133</b>	<b>0.0170</b>
<b>Denmark</b>	86.53	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.1298</b>	<b>0.0133</b>	<b>0.0170</b>
<b>Estonia</b>	86.53	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.1298</b>	<b>0.0133</b>	<b>0.0170</b>
<b>Finland</b>	86.53	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.1298</b>	<b>0.0133</b>	<b>0.0170</b>
<b>France</b>	86.53	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.1298</b>	<b>0.0133</b>	<b>0.0170</b>
<b>Germany</b>	86.53	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.1298</b>	<b>0.0133</b>	<b>0.0170</b>
<b>Greece</b>	86.53	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.1298</b>	<b>0.0133</b>	<b>0.0170</b>
<b>Hungary</b>	86.53	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.1298</b>	<b>0.0133</b>	<b>0.0170</b>
<b>Ireland</b>	86.53	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.1298</b>	<b>0.0133</b>	<b>0.0170</b>
<b>Israel</b>	0	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>
<b>Italy</b>	86.53	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.1298</b>	<b>0.0133</b>	<b>0.0170</b>
<b>Japan</b>	0	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>
<b>Korea</b>	32.79	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.0492</b>	<b>0.0050</b>	<b>0.0065</b>
<b>Latvia</b>	86.53	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.1298</b>	<b>0.0133</b>	<b>0.0170</b>
<b>Lithuania</b>	86.53	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.1298</b>	<b>0.0133</b>	<b>0.0170</b>
<b>Mexico</b>	0	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>
<b>Netherlands</b>	86.53	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.1298</b>	<b>0.0133</b>	<b>0.0170</b>
<b>New Zealand</b>	52.62	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.0789</b>	<b>0.0081</b>	<b>0.0104</b>
<b>Norway</b>	86.53	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.1298</b>	<b>0.0133</b>	<b>0.0170</b>
<b>Poland</b>	86.53	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.1298</b>	<b>0.0133</b>	<b>0.0170</b>
<b>Portugal</b>	86.53	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.1298</b>	<b>0.0133</b>	<b>0.0170</b>
<b>Slovak Republic</b>	86.53	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.1298</b>	<b>0.0133</b>	<b>0.0170</b>
<b>Slovenia</b>	86.53	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.1298</b>	<b>0.0133</b>	<b>0.0170</b>
<b>Spain</b>	86.53	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.1298</b>	<b>0.0133</b>	<b>0.0170</b>
<b>Sweden</b>	86.53	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.1298</b>	<b>0.0133</b>	<b>0.0170</b>
<b>Switzerland</b>	64.22	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.0963</b>	<b>0.0099</b>	<b>0.0127</b>
<b>United Kingdom</b>	98.99	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.1485</b>	<b>0.0152</b>	<b>0.0195</b>
<b>United States</b>	13.89	0.0015	0.0002	0.0002	<b>0.0208</b>	<b>0.0021</b>	<b>0.0027</b>

Fonte: Elaborazioni svolte su Excel sulla variabile ets creata sulla base dei dati ottenuti dal "Carbon Pricing Dashboard"

Oltre a ciò, per avere una stima a livello generale del campione, si è svolto lo stesso calcolo sostituendo al posto dei valori massimi del prezzo dell'ETS di ciascun Paese la deviazione standard di tali valori, pari a 32.638.

**Tabella 10: Effetto generale in riferimento al campione nel passaggio da ETS = 0 al valore massimo (variabile ets)**

<b>deviazione standard dei valori massimi</b>	<b>effetto sull'inflazione headline</b>	<b>effetto sull'inflazione energy</b>	<b>effetto sull'inflazione food</b>
32.6382	<b>0.005</b>	<b>0.049</b>	<b>0.006</b>

Fonte: Elaborazioni svolte su Excel sulla variabile ets creata sulla base dei dati ottenuti dal "Carbon Pricing Dashboard"

I risultati della tabella 10 mostrano un incremento generale dell'inflazione *headline* di 0.005, dell'inflazione *energy* di 0.049 e dell'inflazione *food* di 0.006.

### CAPITOLO 3: LE MISURE DEI POLICYMAKER

La necessità di adottare misure volte a ridurre le emissioni per raggiungere gli obiettivi prefissati per la situazione climatica mondiale appare evidente ed urgente. Gli interventi per la transizione green non possono essere ulteriormente rimandati o posti in secondo piano nelle agende delle istituzioni nazionali e sovranazionali, o si rischia di raggiungere il temuto punto di non ritorno, in cui la gravità dei problemi a livello climatico e ambientale del nostro pianeta non permetterà il ripristino delle condizioni necessarie per una crescita sostenibile.

Strategie di *carbon pricing*, che possono essere implementate attraverso tasse sul carbone o ETS, rappresentano degli strumenti utili per accelerare la transizione (Schnabel, 2022). L'efficienza di una *carbon taxation* è riconosciuta a livello globale per ridurre le emissioni ed incentivare nuovi investimenti in fonti di energia rinnovabile. Tuttavia, la misura della tassa è oggetto di dibattito tra gli esperti, dal momento che manca un dato univoco a livello globale. Un'analisi condotta da Reuters (2021) ha raccolto le considerazioni di trenta economisti da tutto il mondo e ha individuato a 100 dollari per tonnellata di CO<sub>2</sub> l'entità della *carbon tax* a livello mondiale per raggiungere l'obiettivo di zero emissioni entro il 2050 indicato dall'accordo di Parigi, un valore superiore a quello di 75 USD/tCO<sub>2</sub> segnato dall'IMF ma in linea con quello risultante da altre analisi condotte sul tema (Stiglitz et al., 2021).

Gli effetti positivi del *carbon pricing* sono rafforzati da altre iniziative volte a sostenere la transizione energetica verde, tra cui, a livello europeo, il piano "Fit for 55%". Questo rappresenta un pacchetto di modifiche delle normative UE per raggiungere l'obiettivo di ridurre le emissioni di gas a effetto serra almeno del 55% entro il 2020. Attraverso nuove e mirate iniziative, "Fit for 55%" mira a tracciare il sentiero per una transizione giusta e costante, che stimoli l'innovazione e la competitività dei settori industriali e metta in luce l'UE come leader delle politiche per contrastare il cambiamento climatico.

Tuttavia, il percorso che conduce verso un'economia green non è un *free lunch*, bensì comporta delle problematiche. Sebbene sia riconosciuto che il passaggio ad una produzione basata sulle fonti di energia rinnovabili dovrebbe portare a il pianeta verso una situazione di energia più economica in futuro, il periodo di transizione, caratterizzato dalla tassazione sui combustibili fossili ma da un'ancora insufficiente offerta di energia pulita, può causare un rialzo dei prezzi energetici (Lagarde, 2022). Questo scenario può comportare pressioni inflazionistiche nel periodo di transizione, soprattutto per quanto riguarda la componente *energy* degli indici di misura (Schnabel, 2022).

In questo contesto, le decisioni di policy da adottare sono al centro del dibattito. Interventi di politica monetaria volti ad alzare i tassi di interesse potrebbero rivelarsi necessari per portare l'inflazione al valore target. Tuttavia, il rialzo dei tassi avrebbe come conseguenza un raffreddamento degli investimenti e dell'economia, rallentando il processo di transizione green (Schnabel, 2023).

Nel panorama mondiale, si riscontra una prima netta differenza di approccio tra Stati Uniti ed Unione Europea (Giles and Mosolova, 2023). La Fed ha dichiarato apertamente di non voler agire alla stregua di un "policymaker climatico" e di rimanere coerente con la propria linea d'azione (Powell, 2023), mentre la BCE ha sottolineato l'urgenza di un'azione più forte per contrastare il cambiamento climatico, riconoscendo la necessità di valutare il trade-off tra il raggiungimento

dell'obiettivo di inflazione al 2% e il rischio di rallentare la corsa verso un'economia sostenibile (Schnabel, 2023).

La BCE, sebbene affermi con forza l'esigenza di interventi ben strutturati, sottolinea tuttavia l'importanza di non ridurre il suo ruolo a quello di un'"istituzione ambientale" (Schnabel, 2021): l'obiettivo primario rimane quello della stabilità dei prezzi, e il cambiamento climatico è da considerare solo come un fattore (tra i tanti) che determina la politica monetaria, altrimenti si rischia di scendere in un paradigma di *green dominance* che causerebbe scenari distorti.

A preoccupare maggiormente la BCE sono le dinamiche che riguardano le aspettative sull'inflazione. In passato, casi di shock energetici erano, nella maggior parte dei casi, percepiti come transitori e comportavano soltanto deviazioni nel breve periodo, senza preoccupare più di tanto i policymaker nel medio-lungo periodo, dal momento che le aspettative rimanevano ancorate. Ad oggi, tuttavia, la portata e l'andamento della transizione energetica rischia di dimostrarsi più persistente del previsto, rischiando un disancoraggio delle aspettative sull'inflazione che causerebbe dinamiche inflazionistiche protratte nel tempo.

In questo scenario, la politica monetaria non può semplicemente "lasciar passare" lo shock e aspettare che la situazione migliori da sola, poiché ciò è molto improbabile che avvenga (Schnabel, 2023), ma deve intervenire in maniera netta.

Inasprire le condizioni di finanziamento attraverso un rialzo dei tassi di interesse viene indicata come la via principale da percorrere per riportare l'inflazione all'obiettivo di medio periodo del 2% (Lagarde, 2022; Schnabel, 2023). Nonostante ciò, la BCE sottolinea l'esigenza di accompagnare questa politica restrittiva con una chiara definizione di quella che è la funzione di reazione agli shock.

In questo contesto caratterizzato da elevata incertezza e difficoltà nell'effettuare previsioni, infatti, un approccio *forward guidance*, attraverso il quale ci si impegna ad attenersi ad una determinata linea di policy per il futuro, appare inadeguato. Al contrario, è preferibile un impegno basato sui dati disponibili di volta in volta, per reagire tempestivamente agli shock ed evitare politiche eccessivamente rigide (Panetta, 2023).

Per garantire l'efficacia di questo approccio, è necessario che gli investitori abbiano chiaro come la BCE intende agire e sulla base di quali fattori. Nel contesto di transizione energetica green, gli elementi fondamentali da tenere in considerazione per le scelte di policy sono i prezzi dell'energia e come eventuali shock di questi ultimi si ripercuotono sui prezzi al dettaglio per i consumatori. Inoltre, le modalità e le tempistiche con cui viene implementata la politica restrittiva a livello UE devono essere chiare e coerenti con la funzione di reazione delineata, in modo tale da garantire maggiore certezza per gli operatori nel contesto delle loro scelte di consumo e investimento (Panetta, 2023).

Per sostenere la transizione verso un'economia sostenibile e pulita, la BCE è, inoltre, focalizzata su come rendere più green sia il suo framework operativo, sia i mercati finanziari. L'impegno che si assume la Banca Centrale Europea è quello di garantire che gli strumenti adoperati rispondano ad una duplice esigenza di raggiungere gli obiettivi prefissati di politica monetaria e mantenersi in linea con gli standard di sostenibilità a livello europeo e mondiale, delineati dagli Accordi di Parigi.

A tal proposito, una serie di misure sono già state adottate ed altre sono indicate nella tabella di marcia delle iniziative relative al cambiamento climatico.

A partire dall'ottobre 2022, la BCE si impegna a decarbonizzare gli investimenti in *corporate bonds*, a favore di imprese con un impatto climatico più sostenibile (BCE, 2022). Tale misura è finalizzata a ridurre la componente di rischio climatico nel bilancio e, allo stesso tempo, a incentivare le aziende a investire maggiormente in tecnologie green.

Inoltre, è prevista una revisione del sistema delle garanzie dell'Eurosistema, secondo cui, a partire dal 2024, per le operazioni di rifinanziamento, le controparti che sono responsabili di elevate emissioni di carbonio nelle loro attività andranno incontro a limitazioni per quanto riguarda le quote di attività da stanziare a garanzia (BCE, 2022). Prima dell'attuazione di tale misura, sono previsti anche degli stress test per valutarne l'efficienza. Oltre a ciò, è indicato che dal 2026 imprese e debitori dovranno conformarsi alla CSRD ("Corporate Sustainability Reporting Directive") affinché le loro attività negoziabili e crediti siano accettate in garanzia per le operazioni di rifinanziamento (BCE, 2022).

In aggiunta a tali iniziative, la BCE è attiva nell'intrattenere un dialogo costante con le agenzie di rating per integrare i rischi climatici nell'attività e aumentare gli standard di informativa a tal proposito, fissando anche dei requisiti minimi da trasmettere alle banche centrali nazionali per le loro operazioni di rating, ed è fortemente impegnata nell'implementazione di nuovi modelli macroeconomici che permettano di analizzare le interazioni tra il cambiamento climatico e i meccanismi di trasmissione di politica monetaria (BCE, 2021).

Un altro approccio di possibile risposta all'inflazione legata al processo di transizione energetica green prevede una linea tollerante della BCE, che comporterebbe l'accettazione di un livello di inflazione superiore target del 2% per sostenere gli incentivi agli investimenti in fonti di energia rinnovabili. In tale contesto, sono state avanzate due proposte: innalzare l'obiettivo di inflazione e escludere la componente energia dalla misura dell'inflazione (Schnabel, 2022).

In merito alla prima iniziativa, sebbene incrementare il target possa ridurre l'urgenza di implementare politiche restrittive per contenere l'inflazione che ridurrebbero la velocità della transizione green, ciò potrebbe avere conseguenze negative rilevanti. In particolare, alzare l'obiettivo di inflazione significa incrementare il costo effettivo dell'inflazione, e soprattutto potrebbe innescare un clima di sfiducia tra gli operatori portando a un disancoraggio delle aspettative (Schnabel, 2022).

Similmente, per quanto riguarda l'esclusione del fattore *energy* dagli indici di misurazione dell'inflazione, sorgono delle problematiche. In primo luogo, eliminare una componente dalle misurazioni significa etichettarla come volatile, cioè che non va ad influire nel medio periodo. Tuttavia, le variazioni dei prezzi dell'energia potrebbero rilevarsi persistenti, di conseguenza ignorarle porterebbe ad una misura distorta dell'inflazione di base. Inoltre, rimuovere l'energia rappresenterebbe una misura eccessivamente arbitraria e poco giustificata se si considera che, nell'Eurozona, questa rappresenta quasi il 10% del totale della spesa sui consumi, con un ulteriore incremento se consideriamo le famiglie con reddito più basso (Schnabel, 2022).

Vi sono diverse alternative alla completa esclusione dell'energia dall'indice di inflazione. Tra queste, misurazioni che adoperano la media troncata (*trimmed mean measures*) permettono di

attribuire un peso minore alle componenti più volatili e offrono, in base ai dati, migliori performance di misurazione dell'inflazione rispetto a misure che prevedono l'esclusione di alcune componenti (Brischetto e Richards, 2006). Inoltre, l'indice PCCI ("Persistent and Common Component of Inflation") rappresenta un'ulteriore possibilità per misurare l'inflazione senza rimuovere a priori nessun fattore, garantendo risultati affidabili (Bańbura e Bobeica, 2020).

Tali alternative potrebbero rappresentare uno strumento fondamentale per monitorare con più precisione l'andamento dell'inflazione e calibrare le misure necessarie da adottare per guidare l'economia verso gli obiettivi macroeconomici prefissati.

## CONCLUSIONI

L'allarmante situazione attuale in merito al cambiamento climatico e al catastrofico impatto che il surriscaldamento globale incontrollato ha sull'ecosistema terrestre ha portato la nostra società davanti ad un bivio: scegliere di intervenire adesso o rischiare un punto di non ritorno per il nostro pianeta. La necessità è quella di distaccarsi da processi produttivi che richiedono l'uso di combustibili fossili, che contribuiscono ad aumentare le emissioni nocive nell'aria e innalzare pericolosamente le temperature, e intraprendere la strada verso un'economia basata sulle fonti di energia rinnovabili a basso impatto per l'ambiente.

Per questo motivo, il processo di transizione verso un'economia pulita e a basse emissioni nocive è ormai all'ordine del giorno nelle agende delle istituzioni nazionali e sovranazionali, attraverso un percorso che appare ben tracciato con obiettivi specifici da raggiungere entro scadenze prefissate.

Strategie come il *carbon pricing*, che prevede la tassazione (*carbon tax*) degli emittenti per le emissioni nocive rilasciate nell'atmosfera e mercati in cui negoziare i diritti a produrre tonnellate di gas serra inquinanti (ETS), sono riconosciute come incentivi positivi per indurre le imprese ad abbandonare sistemi di produzione inquinanti e adottare pratiche più sostenibili.

Inoltre, i policymaker sono attivi per allineare i propri strumenti con gli obiettivi di sostenibilità concordati a livello internazionale, come dimostra l'impegno della BCE nel riorganizzare il suo framework operativo in modo tale da renderlo più green.

Sebbene la necessità di intervento per scongiurare effetti catastrofici per il pianeta sia ormai riconosciuta a livello globale, a destare preoccupazioni e dubbi sono i possibili effetti macroeconomici negativi che il processo di transizione porta con sé.

In particolare, l'attenzione si focalizza sulle conseguenze per l'inflazione. Il termine *greenflation*, coniato dall'economista indiano Ruchir Sharma, indica proprio le spinte inflazionistiche causate dal processo di transizione energetica green, che comportano costi maggiori e minacciano il raggiungimento degli obiettivi necessari per contrastare il cambiamento climatico.

Preoccupano, inoltre, le conseguenze che tale shock inflazionistico energetico può avere per le aspettative di inflazione. Il rischio è quello di un disancoraggio delle aspettative, che porterebbe ad una situazione di inflazione protratta nel lungo periodo e richiederebbe un forte intervento di rialzo dei tassi di interesse, che a sua volta, però, rappresenterebbe un freno per l'economia in generale e, nel dettaglio, per il processo di transizione energetica.

Tuttavia, gli studi in merito ai due principali strumenti di *carbon pricing*, cioè *carbon tax* ed ETS, mostrano come gli effetti inflazionistici di tali politiche, laddove siano registrati, si rivelino minimi e, nel complesso, limitati nel periodo di transizione, senza effetti prolungati nel lungo periodo. Diverse analisi sull'argomento, inoltre, mostrano che gli effetti del *carbon pricing* possono rilevarsi deflazionari.

Tali conclusioni sono coerenti con l'analisi dei dati svolta replicando il modello di Richhild Moessner ("Effects of carbon pricing on inflation", 2022), effettuata per studiare gli effetti di *carbon tax* ed ETS sull'inflazione in 33 Paesi dell'OCSE. I risultati mostrano, infatti, nessun effetto inflazionistico significativo causato dall'implementazione della *carbon tax*, mentre in merito all'ETS si registrano modesti effetti sull'inflazione *headline* e i suoi sottocomponenti *energy* e *food*.

Sulla base della letteratura sul tema e dei risultati ottenuti dall'analisi empirica, i meccanismi di *carbon pricing* non rappresentano una minaccia insormontabile per l'inflazione ed i suoi possibili effetti inflazionistici possono essere abilmente gestiti dai policymaker, attribuendogli il giusto peso nell'insieme di tutti gli altri fattori che influenzano le scelte di politica monetaria.

Sono invece riconosciuti ed appurati i risultati positivi dei sistemi di *carbon tax* e dell'ETS per guidare l'economia verso un futuro più pulito e sostenibile, ed è per tale motivo che bisogna insistere nell'implementare, migliorare ed ampliare il più possibile il raggio di tali strumenti per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità ambientale e scongiurare una situazione irreversibile per il pianeta.

## APPENDICE

### APPENDICE A – APPROFONDIMENTO TEORICO: GLI EFFETTI DELL'AUMENTO DEL COSTO DEGLI INPUT PRODUTTIVI SUL LIVELLO DEI PREZZI

L'incremento del prezzo delle materie prime rappresenta il nodo principale della questione legata al fenomeno della *greenflation*. Da un lato, infatti, i materiali necessari per implementare nuove tecnologie sostenibili stanno diventando sempre più costosi, per via di uno squilibrio sostanziale tra una sempre crescente domanda e un'offerta che non riesce ad adeguarsi (almeno nel breve periodo), dall'altro le produzioni tradizionali che utilizzano combustibili fossili sono disincentivate dalle politiche di carbon pricing recentemente adottate, che aumentano il prezzo da pagare per le emissioni nocive e, di conseguenza, i costi di produzione delle imprese.

Davanti all'aumento del costo degli input produttivi, le imprese sono inclini a trasferire questo rincaro sul prezzo finale di vendita e dei servizi, causando inflazione nel sistema economico. Un'inflazione che può essere definita in questo caso come un'inflazione da costi, cioè riguardante la crescita del livello generale dei prezzi dovuta ad un aumento dei costi dei fattori di produzione, quali forza lavoro e materie prime.

Dal punto di vista teorico, l'effetto dello shock da transizione green sul livello dei prezzi può essere spiegato attraverso il modello domanda aggregata-offerta aggregata (DA-OA, indicato anche in inglese con la sigla AD-AS, *aggregate demand-aggregate supply*).

Il modello DA-OA permette di analizzare l'impatto dell'aumento dei prezzi delle materie prime nell'ambito della transizione energetica sul livello dei prezzi.

L'aumento dei costi di produzione influenza i meccanismi di determinazione dei prezzi delle imprese, le quali aumenteranno il prezzo dei propri prodotti attraverso un incremento del markup applicato sul costo marginale.

Tale incremento provoca una discrepanza nel breve periodo: la produzione effettiva risulta superiore rispetto all'output naturale dell'economia, il cui livello è diminuito per via dell'incremento del markup, e i prezzi sono superiori ai prezzi attesi.

In questo scenario, nel lungo periodo, i prezzi subiscono pressioni al rialzo, causando una contrazione della domanda aggregata e, di conseguenza, dell'output, fino al punto in cui la produzione eguaglia il suo valore naturale e il livello dei prezzi coincide con i prezzi attesi.

Secondo tale modello, i maggiori costi di produzione affrontati dalle imprese nella fase di transizione energetica green, per via dall'aumento dei prezzi degli input energetici, possono essere trasferiti sui consumatori attraverso il meccanismo del markup, causando una crescita del livello dei prezzi nel tempo, cioè inflazione.

APPENDICE B – TABELLE CARBON PRICING RITARDATO DI UN ANNO

In merito alla variabile *ct\_year\_before*, non si riscontrano effetti significativi, come mostrato in tabella 11 e 12.

**Tabella 11: Effetto della carbon tax dell'anno precedente sull'inflazione headline e i suoi sottocomponenti energy, core e food**

	<b>inf_h</b>	<b>inf_e</b>	<b>inf_c</b>	<b>inf_f</b>
<b>ct_year_before</b>	-0.0000382 (-0.99)	0.0000453 (-0.3)	-0.0000319 (-0.99)	0.00000993 (-0.15)
<b>inf_ex</b>	0.656*** (-38.69)	0.297*** (-8.04)	0.697*** (-43.44)	0.428*** (-16.14)
<b>output_gap</b>	0.00117*** (-5.7)	-0.0000475 (-0.06)	0.00123*** (-7.08)	0.00158*** (-4.25)
<b>delta_neer</b>	-0.00104*** (-23.78)	-0.00178*** (-10.24)	-0.000880*** (-24.10)	-0.00136*** (-17.48)
<b>_cons</b>	0.00484 (-0.84)	-0.0515*** (-3.35)	0.0142*** (-4.36)	0.0200* (-1.97)
<b>fixed effects</b>	Yes	Yes	Yes	Yes
<b>N</b>	907	893	889	897
<b>R-sq</b>	0.869	0.714	0.872	0.714
<b>adj. R-sq</b>	0.859	0.693	0.863	0.693

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

Fonte: Elaborazioni svolte sul software Stata sulla base di dati ottenuti dal database OECD, dal database BIS e dal "Carbon Pricing Dashboard"

**Tabella 12: Effetto della carbon tax dell'anno precedente sulla variazione di inflazione headline e i suoi sottocomponenti energy, core e food**

	<b>dinf_h</b>	<b>dinf_e</b>	<b>dinf_c</b>	<b>dinf_f</b>
<b>ct_year_before</b>	0.0126 (-0.72)	0.00856 (-0.18)	0.00647 (-0.53)	-0.0102 (-0.27)
<b>inf_ex</b>	2.265 (-0.29)	-33.92** (-2.98)	-3.611 (-0.60)	-6.732 (-0.47)
<b>output_gap</b>	0.211* (-2.26)	-0.626* (-2.47)	0.116 (-1.77)	0.0606 (-0.3)
<b>delta_neer</b>	0.000718 (-0.04)	-0.0182 (-0.34)	-0.0124 (-0.90)	-0.0428 (-1.02)
<b>_cons</b>	-1.26 (-0.73)	2.761 (-0.59)	1.164 (-0.95)	2.032 (-0.38)
<b>fixed effects</b>	Yes	Yes	Yes	Yes
<b>N</b>	906	892	887	894
<b>R-sq</b>	0.078	0.101	0.078	0.066
<b>adj. R-sq</b>	0.009	0.033	0.008	-0.005

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

Fonte: Elaborazioni svolte sul software Stata sulla base di dati ottenuti dal database OECD, dal database BIS e dal "Carbon Pricing Dashboard"

Per quanto riguarda la variabile *ets\_year\_before*, sono stati rilevati effetti significativi positivi, illustrati nelle tabelle 13 e 14. Si registrano effetti significativi sull'inflazione *headline* di 0.00015 (livello di significatività del 5%) (tabella 13) e sulla variazione di inflazione *headline* di 0.154 al livello di significatività dell'1%, mostrato in tabella 14. Inoltre, le regressioni mostrano un effetto positivo sull'inflazione *energy* di 0.012 (livello di significatività dell'1% (tabella 13). Non sono stati riscontrati effetti significativi sui sottocomponenti *core* e *food* (tabella 13 e 14).

**Tabella 13: Effetto dell'ETS dell'anno precedente sull'inflazione headline e i suoi sottocomponenti energy, core e food**

	<b>inf_h</b>	<b>inf_e</b>	<b>inf_c</b>	<b>inf_f</b>
<b>ets_year_before</b>	0.000152* (-2.1)	0.00118*** (-4.15)	-0.00000583 (-0.10)	0.000192 (-1.49)
<b>inf_ex</b>	0.654*** (-38.92)	0.290*** (-7.92)	0.695*** (-43.58)	0.430*** (-16.28)
<b>output_gap</b>	0.00116*** (-5.64)	-0.000161 (-0.20)	0.00123*** (-7.08)	0.00156*** (-4.21)
<b>delta_neer</b>	-0.00103*** (-23.64)	-0.00173*** (-10.09)	-0.000879*** (-24.02)	-0.00135*** (-17.39)
<b>_cons</b>	0.0764*** (-15.86)	0.248*** (-14.54)	0.0442*** (-12.59)	0.121*** (-16.11)
<b>fixed effects</b>	Yes	Yes	Yes	Yes
<b>N</b>	907	893	889	897
<b>R-sq</b>	0.869	0.72	0.872	0.715
<b>adj. R-sq</b>	0.86	0.699	0.862	0.694

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

Fonte: Elaborazioni svolte sul software Stata sulla base di dati ottenuti dal database OECD, dal database BIS e dal "Carbon Pricing Dashboard"

**Tabella 14: Effetto dell'ETS dell'anno precedente sulla variazione di inflazione headline e i suoi sottocomponenti energy, core e food**

	<b>dinf_h</b>	<b>dinf_e</b>	<b>dinf_c</b>	<b>dinf_f</b>
<b>ets_year_before</b>	0.154*** (-4.73)	0.0776 (-0.88)	0.00359 (-0.16)	-0.0313 (-0.45)
<b>inf_h_ex</b>	2.956 (-0.39)	-34.33** (-3.02)	-3.25 (-0.54)	-7.281 (-0.51)
<b>output_gap</b>	0.197* (-2.14)	-0.633* (-2.50)	0.115 (-1.76)	0.0641 (-0.32)
<b>delta_neer</b>	0.00583 (-0.3)	-0.0157 (-0.29)	-0.0125 (-0.90)	-0.0436 (-1.03)
<b>_cons</b>	-1.227 (-0.69)	17.05** (-3.22)	1.28 (-0.98)	-1.418 (-0.36)
<b>fixed effects</b>	Yes	Yes	Yes	Yes
<b>N</b>	906	892	887	894
<b>R-sq</b>	0.101	0.102	0.078	0.066
<b>adj. R-sq</b>	0.034	0.033	0.007	-0.005

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

Fonte: Elaborazioni svolte sul software Stata sulla base di dati ottenuti dal database OECD, dal database BIS e dal "Carbon Pricing Dashboard"

## BIBLIOGRAFIA

- Bañbura, M., & Bobeica, E. (2020, ottobre). *PCCI – a data-rich measure of underlying inflation in the euro area*. European Central Bank. <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpsps/ecb.sps38~ce391a0cb5.en.pdf>
- Baronchelli. (2022, settembre). *Carbon Credit: Cosa Sono, Quanto Valgono e Chi li Emette*. Lumi. <https://www.lumi4innovation.it/carbon-credit/>
- Bhat. (2021, 25 ottobre). *Carbon needs to cost at least \$100/tonne now to reach net zero by 2050: Reuters poll*. Reuters. <https://www.reuters.com/business/cop/carbon-needs-cost-least-100tonne-now-reach-net-zero-by-2050-2021-10-25/>
- Bonucci, M. (2021, 3 marzo). *Cos'è il Meccanismo UE per una transizione giusta - FASI*. FASI. <https://fasi.eu/it/articoli/23-novita/21488-just-transition-mechanism-jtf.html>
- Brischetto, A., & Richards, A. (2006, dicembre). *THE PERFORMANCE OF TRIMMED MEAN MEASURES OF UNDERLYING INFLATION*. Reserve Bank of Australia. <https://www.rba.gov.au/publications/rdp/2006/pdf/rdp2006-10.pdf>
- Carbon Pricing Dashboard | Up-to-date overview of carbon pricing initiatives. (s.d.). *Carbon Pricing Dashboard | Up-to-date overview of carbon pricing initiatives*. [https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map\\_data](https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data)
- Center for Climate and Energy Solutions. (s.d.). *Carbon Tax Basics*. (s.d.). <https://www.c2es.org/content/carbon-tax-basics/>
- Consilium. (s.d.) *Cambiamenti climatici: il contributo dell'UE*. <https://www.consilium.europa.eu/it/policies/climate-change/>
- Commissione europea. (s.d.). *I finanziamenti e il Green Deal*. (. [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/finance-and-green-deal\\_it](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/finance-and-green-deal_it)
- Del Negro et al. (2023, febbraio). *Is the Green Transition Inflationary?* Julian di Giovanni | Economic research. [https://julian.digiovanni.ca/Papers/DNdiGDo\\_climate\\_inflation%20v1.pdf](https://julian.digiovanni.ca/Papers/DNdiGDo_climate_inflation%20v1.pdf)
- Deloitte. (s.d.). *Deloitte Research Reveals Inaction On Climate Change Could Cost The World's Economy US\$178 Trillion By 2070*. <https://www.deloitte.com/global/en/about/press-room/deloitte-research-reveals-inaction-on-climate-change-could-cost-the-world-economy-us-dollar-178-trillion-by-2070.html>
- Drudi. (2021, settembre). *Climate change and monetary policy in the euro area*. European Central Bank. <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpops/ecb.op271~36775d43c8.en.pdf>
- Enel Green Power, the platform dedicated to renewables | Enel Green Power. (s.d.) *Il cambiamento climatico: le cause e gli effetti*. <https://www.enelgreenpower.com/it/learning-hub/transizione-energetica/cambiamento-climatico-cause-conseguenze>

ESG News. (s.d.). *Cos'è la Carbon Tax e come funziona.* [https://esgnews.it/environmental/carbon-tax-cose-come-funziona-e-come-si-calcola/#Soluzioni alternative IETS](https://esgnews.it/environmental/carbon-tax-cose-come-funziona-e-come-si-calcola/#Soluzioni%20alternative%20IETS)

Euronews. (s.d.). *What is 'greenflation' and is it putting renewable energy at risk?* <https://www.euronews.com/green/2021/11/22/greenflation-a-risk-for-renewable-energy-but-long-term-viability-intact>

European Central Bank. (2022, 4 luglio). *“ECB takes further steps to incorporate climate change into its monetary policy operations”.* <https://www.ecb.europa.eu/press/pr/date/2022/html/ecb.pr220704~4f48a72462.en.html>

European Central Bank. (2021, 8 luglio). *“La BCE presenta un piano di azione per includere considerazioni relative al cambiamento climatico nella propria strategia di politica monetaria.”* [https://www.ecb.europa.eu/press/pr/date/2021/html/ecb.pr210708\\_1~f104919225.it.html](https://www.ecb.europa.eu/press/pr/date/2021/html/ecb.pr210708_1~f104919225.it.html)

European Central Bank. (s.d.). *Natural gas dependence and risks to activity in the euro area.* [https://www.ecb.europa.eu/pub/economic-bulletin/focus/2022/html/ecb.ebbox202201\\_04~63d8786255.en.html](https://www.ecb.europa.eu/pub/economic-bulletin/focus/2022/html/ecb.ebbox202201_04~63d8786255.en.html)

European Commission. (s.d.) *A European Green Deal.* (s.d) [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)

European Commission. (s.d.). *Delivering the European Green Deal.* [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en)

European Commission. (s.d.). *Press corner.* [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/qanda\\_20\\_24](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/qanda_20_24)

Ferrari, Nispi Landi. (2022). *Will the green transition be inflationary? Expectations matter.* European Central Bank. <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecb.wp2726~3e04b5ba5d.en.pdf>

Giles, C., & Mosolova, D. (2023, 13 gennaio). *How do the Federal Reserve and ECB differ on tackling climate change?* Financial Times. <https://www.ft.com/content/986748df-55f5-46ff-8d7c-ac508870a077>

Gregoir, L. (2022, aprile). *Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe's raw materials challenge.* Eurometaux | European non-ferrous metals association. <https://www.eurometaux.eu/media/20ad5yza/2022-policymaker-summary-report-final.pdf>

Hebner, Priest, Varghese. (2022, aprile). *Greenflation: the energy transition will prove inflationary.* About TD – TD Canada Trust. <https://www.td.com/content/dam/tdgis/document/pdf/insights/global/english/thought-leadership/Epoch%20Perspectives%20-%20Greenflation%20The%20Energy%20Transition%20Will%20Prove%20Inflationary.pdf>

Hepburn, C., J. Stiglitz and N. Stern. (2020). *“Carbon pricing” special issue in the European economic review.* PubMed Central (PMC). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7180378/>

IMF. (2022, ottobre). *NEAR-TERM MACROECONOMIC IMPACT OF DECARBONIZATION POLICIES*. <https://www.imf.org/-/media/Files/Publications/WEO/2022/October/English/ch3.ashx>

IPCC — Intergovernmental Panel on Climate Change. (s.d.). [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_SummaryForPolicymakers.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_SummaryForPolicymakers.pdf)

ISPI. (s.d.). "Greenflation": che fare? <https://www.ispionline.it/it/pubblicazione/greenflation-che-fare-33051>

ISPRA. (s.d.). *Emission Trading europeo*. <https://www.isprambiente.gov.it/it/servizi/registro-italiano-emission-trading/contesto/emission-trading-europeo>

Konradt, M., & di Mauro, B. W. (2023). Carbon Taxation and Greenflation: Evidence from Europe and Canada. *Journal of the European Economic Association*. [http://repec.graduateinstitute.ch/pdfs/Working\\_papers/HEIDWP17-2021.pdf](http://repec.graduateinstitute.ch/pdfs/Working_papers/HEIDWP17-2021.pdf)

Lagarde. (2022, 4 novembre). *La politica monetaria in un contesto di inflazione elevata: impegno e chiarezza*. European Central Bank. [https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2022/html/ecb.sp221104\\_1~8be9a4f4c1.it.html](https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2022/html/ecb.sp221104_1~8be9a4f4c1.it.html)

Leary, J. (2022, 14 luglio). *Chile's Copper Royalty Reform*. Mining notes. <https://hsfnotes.com/mining/2022/07/14/chiles-copper-royalty-reform/>

Lewis, P. (2023, 17 gennaio). *China Faces Wind Turbine and Foundation Installation Vessel Shortage*. Offshore Engineer Magazine. <https://www.oedigital.com/news/502234-china-faces-wind-turbine-and-foundation-installation-vessel-shortage>

Li, L. (2022, 20 dicembre). *Carmakers to suffer chip shortages until at least end of 2023*. Financial Times. <https://www.ft.com/content/e0265ef6-21b7-4624-b179-42685aad822f>

McKibbin et al. (2017). *CLIMATE CHANGE AND MONETARY POLICY: DEALING WITH DISRUPTION*. Brookings - Quality. Independence. Impact. [https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/12/es\\_20171201\\_climatechangeandmonetarypolicy.pdf](https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/12/es_20171201_climatechangeandmonetarypolicy.pdf)

McKibbin, Konradt, di Mauro. (2021). *Climate Policies and Monetary Policies in the Euro Area*. [https://www.ecb.europa.eu/pub/conferences/ecbforum/shared/pdf/2021/McKibbin\\_paper\\_en.pdf](https://www.ecb.europa.eu/pub/conferences/ecbforum/shared/pdf/2021/McKibbin_paper_en.pdf)

Merle, G. D. C. (2022, 3 giugno). *Greenflation, the new normal? | Our Center of Expertise*. Green and Sustainable Hub | Natixis CIB Finance Climate Transition ESG. <https://gsh.cib.natixis.com/our-center-of-expertise/articles/greenflation-the-new-normal>

MIT Climate Portal. (s.d.). *Carbon Pricing*. <https://climate.mit.edu/explainers/carbon-pricing>

Moessner. (2022, febbraio). *Effects of Carbon Pricing on Inflation* [https://www.cesifo.org/DocDL/cesifo1\\_wp9563.pdf](https://www.cesifo.org/DocDL/cesifo1_wp9563.pdf)

NGFS. (2020). *"Climate change and monetary policy: initial takeaways*. Banque de France. [https://www.ngfs.net/sites/default/files/medias/documents/climate\\_change\\_and\\_monetary\\_policy\\_final.pdf](https://www.ngfs.net/sites/default/files/medias/documents/climate_change_and_monetary_policy_final.pdf)

NIESR. (s.d.). *Carbon tax could temporarily raise inflation and lower GDP in most OECD economies, NIESR study shows*. <https://www.niesr.ac.uk/news/carbon-tax-could-temporarily-raise-inflation-and-lower-gdp-most-oecd-economies-niesr-study-shows>

OECD. (s.d.). *Climate change: Consequences of inaction*. <https://www.oecd.org/environment/climate-change-consequences-of-inaction.htm>

ONU Italia. (s.d.). *Che cosa sono i cambiamenti climatici?* <https://unric.org/it/che-cosa-sono-i-cambiamenti-climatici/>

Panetta. (2023, 16 febbraio). *La politica monetaria all'indomani dello shock energetico*. European Central Bank. <https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2023/html/ecb.sp230216~a297a41feb.it.html>

Reuters. (2021, 25 ottobre). *Climate inaction costlier than net zero transition: Reuters poll*. <https://www.reuters.com/business/cop/climate-inaction-costlier-than-net-zero-transition-economists-2021-10-25/>

Santabàrbara, Suárez-Varela. (2022). *Carbon pricing and inflation volatility*. Banco de España. <https://www.bde.es/f/webbde/SES/Secciones/Publicaciones/PublicacionesSeriadas/DocumentosTrabajo/22/Files/dt2231e.pdf>

Schnabel. (2022, 17 marzo). *A new age of energy inflation: climateflation, fossilflation and greenflation*. European Central Bank. [https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2022/html/ecb.sp220317\\_2~dbb3582f0a.it.html](https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2022/html/ecb.sp220317_2~dbb3582f0a.it.html)

Schnabel. (2021, 3 marzo). *From green neglect to green dominance?* European Central Bank. [https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2021/html/ecb.sp210303\\_1~f3df48854e.it.html](https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2021/html/ecb.sp210303_1~f3df48854e.it.html)

Schnabel. (2022, 8 gennaio). *Looking through higher energy prices? Monetary policy and the green transition*. European Central Bank. <https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2022/html/ecb.sp220108~0425a24eb7.en.html>

Schnabel. (2023, 10 gennaio). *Monetary policy tightening and the green transition*. European Central Bank. <https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2023/html/ecb.sp230110~21c89bef1b.en.html>

Sharma, R. (2021, 2 agosto). *'Greenflation' threatens to derail climate change action*. Financial Times. <https://www.ft.com/content/49c19d8f-c3c3-4450-b869-50c7126076ee>

Smith, G., & El Wardany, S. (2022, 31 marzo). *OPEC+ refuses to heed consumers' call for more oil*. Breaking News, World News and Video from Al Jazeera. [https://www.aljazeera.com/economy/2022/3/31/opec-refuses-to-heed-consumers-call-for-more-oil?traffic\\_source=KeepReading](https://www.aljazeera.com/economy/2022/3/31/opec-refuses-to-heed-consumers-call-for-more-oil?traffic_source=KeepReading)

Stiglitz et al. (2022, febbraio). *THE ECONOMICS OF IMMENSE RISK, URGENT ACTION AND RADICAL CHANGE: TOWARDS NEW APPROACHES TO THE ECONOMICS OF CLIMATE CHANGE*. National Bureau of Economic Research | NBER. [https://www.nber.org/system/files/working\\_papers/w28472/w28472.pdf](https://www.nber.org/system/files/working_papers/w28472/w28472.pdf)

Tett, G. (2021, 30 settembre). *Politicians need to be more active when it comes to greenflation*. Financial Times. <https://www.ft.com/content/4d278bdf-909e-4e40-947e-1e567426b492>

U.S. Department of Energy. (2022, giugno). *Acute Shortage of Solar Equipment Poses Risks to the Power Sector*. Department of Energy. <https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-06/June%202022%20DOE%20Solar%20Market%20Update.pdf>