UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED AZIENDALI "M. FANNO"

CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA

PROVA FINALE

"Stimolare la crescita economica nel post COP21: il ruolo di consumo energetico, IDE, apertura commerciale e complessità economica"

RELATORE:

CH.MO PROF. BASSETTI THOMAS

LAUREANDO: TREVISOL MARCO

MATRICOLA N. 1216491

ANNO ACCADEMICO 2024 – 2025

Dichiaro di aver preso visione del "Regolamento antiplagio" approvato dal Consiglio del Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali e, consapevole delle conseguenze derivanti da dichiarazioni mendaci, dichiaro che il presente lavoro non è già stato sottoposto, in tutto o in parte, per il conseguimento di un titolo accademico in altre Università italiane o straniere. Dichiaro inoltre che tutte le fonti utilizzate per la realizzazione del presente lavoro, inclusi i materiali digitali, sono state correttamente citate nel corpo del testo e nella sezione 'Riferimenti bibliografici'.

I hereby declare that I have read and understood the "Anti-plagiarism rules and regulations" approved by the Council of the Department of Economics and Management and I am aware of the consequences of making false statements. I declare that this piece of work has not been previously submitted – either fully or partially – for fulfilling the requirements of an academic degree, whether in Italy or abroad. Furthermore, I declare that the references used for this work – including the digital materials – have been appropriately cited and acknowledged in the text and in the section 'References'.

Firma (signature) .....

INDICE

1.INTRODUZIONE 1

2. REVISIONE DELLA LETTERATURA 2

2.1 Consumo energetico e crescita economica 2

2.2 IDE e crescita economica 4

2.3 Apertura al commercio e crescita economica 6

2.4 Complessità economica e crescita economica 9

3. DISCUSSIONE E IMPLICAZIONI POLITICHE 10

4. CONCLUSIONI 18

BIBLIOGRAFIA 20

1.INTRODUZIONE

Il cambiamento climatico è sotto gli occhi di tutti. Il 2024 è stato l'anno più caldo mai registrato, con un aumento di 1,55°C rispetto all'epoca preindustriale. Il record precedente apparteneva al 2023, con + 1,45°C e complessivamente il record è stato battuto ogni anno negli ultimi 10 anni. Inoltre, nel 2024 si è verificato il maggior numero di eventi atmosferici estremi, come alluvioni, uragani, tempeste, siccità, e ondate di calore anomale, dal 2008 (WMO, 2025). Tali avvenimenti hanno causato migliaia di morti, danni ingenti e ripercussioni negative sull'economia. Allo stesso tempo, il PIL mondiale ha avuto una crescita esponenziale e continua nell'ultimo mezzo secolo, che solo le crisi del 2008 e della pandemia di Covid-19 sono riusciti a rallentare parzialmente (World Bank, 2025). Questo è stato reso possibile dalla rapida diffusione di tecnologie produttive e dal processo di industrializzazione delle nazioni, che essendo stato alimentato quasi esclusivamente da combustibili fossili ha liberato nell'atmosfera grandi quantità di CO_2 responsabili del cambiamento climatico. Il problema del cambiamento climatico legato alle attività umane è salito alla ribalta verso la fine del secolo scorso, con il Protocollo di Kyoto del 1997 e successivamente gli Accordi di Parigi del 2015 sono stati sviluppati con l'intento di limitare l'aumento di temperatura e indirizzare l'assetto economico mondiale verso la sostenibilità. Tali intenti sono stati ribaditi alla COP28, dove gli Stati partecipanti hanno espresso la volontà di impegnarsi per decarbonizzare l'economia passando completamente a fonti di energia rinnovabili entro il 2050 (UNFCCC, 2023). Quindi, essendo ormai imminente la prossima Conferenza delle Parti, dove verranno discussi i progressi fatti finora rispetto agli Accordi di Parigi e verrà determinata la direzione da seguire per il futuro è lecito chiedersi se e come sarà possibile replicare la crescita degli anni precedenti o se sarà necessario rivedere le proprie priorità, per esempio favorendo la qualità ambientale a discapito della crescita. Per fare questo verranno analizzati quattro dei principali fattori della crescita economica, ossia il consumo energetico, gli IDE, l'apertura commerciale e la complessità economica e la combinazione dei loro effetti sull'ambiente.

Pertanto, la trattazione, dopo questa breve introduzione, continua con lo schema seguente: il Capitolo 2 è costituito dalla Revisione della letteratura riguardante i sopracitati fattori, il Capitolo 3 contiene una Discussione e le implicazioni politiche mentre nel Capitolo 4 si presentano le Conclusioni.

2. REVISIONE DELLA LETTERATURA

2.1. Consumo energetico e crescita economica

Il primo aspetto analizzato in questa revisione è il nesso causale tra consumo energetico e crescita economica. La letteratura distingue quattro ipotesi principali e conseguenti suggerimenti di politica da implementare. L'ipotesi della crescita (Carter,1974), della conservazione (Stern,1993), del feedback (Herol e Yu,1987) e della neutralità (Akarca e Long,1980).

La prima sostiene che la causalità va dal consumo di energia alla crescita economica. Lee (2005) ha analizzato un gruppo di paesi in via di sviluppo dal 1975 al 2001 attraverso i test di cointegrazione di Pedroni e ha trovato evidenze che supportano quest'ipotesi. Studiando invece i paesi del G7 tra 1972 e il 2002 utilizzando i test di Pedroni e Westerlund, Narayan e Smith (2008) hanno stimato che un aumento dell'1% del consumo energetico porta a un incremento del GDP reale del 0,12-0,39%.

La seconda, al contrario, afferma come sia la crescita a causare un incremento nel consumo energetico (Kraft e Kraft, 1978; Abosedra e Baghestani, 1991). A sostegno di tale ipotesi Oh e Lee (2004) hanno identificato in Korea tra gli anni 1981-2004 una causalità unidirezionale sul lungo periodo avvalendosi di un modello di correzione del vettore di errore. Più recentemente Chontanawat (2019) ha evidenziato come il consumo energetico causi emissioni di CO_2 e soprattutto l'esistenza di una relazione causale di Granger di tipo unidirezionale da crescita economica a consumo di energia in Brunei, Indonesia, Malaysia, Myanmar, Filippine, Singapore, Thailandia e Vietnam, per gli anni 1971-2015.

L'ipotesi del feedback invece sostiene che la causalità è bidirezionale tra crescita e impiego d'energia. In quest'ottica quindi un ampio consumo energetico porta a un alto tasso di crescita e viceversa. Lee, Chang e Chen (2008) analizzando 22 paesi OECD nel periodo 1960-2001 hanno trovato evidenza empirica del fatto che l'attività economica, consumo di energia e stock di capitale si influenzino reciprocamente implementando il test di Pedroni e un modello di correzione del vettore di errore (VECM).

Infine, l'ipotesi della neutralità postula che non vi sia alcuna relazione causale tra le due variabili. Soytas, Sari e Erwing (2007) indagando gli USA tra il 1960 e il 2004 sono giunti alla conclusione che non esiste alcuna causalità di Granger, servendosi del test di Toda-Yamamoto, tra crescita economica e consumo di energia.

Esistono anche studi che al loro interno hanno dato risultati differenziati. Per esempio, Soytas e Sari (2003) hanno preso in analisi i Paesi del G7 e i top10 mercati emergenti, senza la Cina, per almeno 30 anni consecutivi tra il 1950 e il 1994 e applicato la metodologia di Julius-Johansen e la decomposizione della varianza. I risultati hanno confermato l'ipotesi della crescita per Giappone, Germania, Francia e Turchia, mentre per Italia e Korea si è convalidata la relazione causale inversa e solo in Argentina si è avvalorata l'ipotesi del feedback. Analogamente Chiou-Wei, Chen e Zhu (2008), nella loro ricerca sulle economie asiatiche in via di sviluppo e gli USA tra il 1954 e il 2006 , hanno condotto a risultati coprenti l'intero spettro delle ipotesi attuando test per la causalità di Granger sia lineare che non-lineare: per Taiwan e Hong-Kong è stata comprovata la causalità da utilizzazione di energia a PIL reale, per Singapore e Filippine si è verificata la relazione inversa, Malesia e Indonesia hanno presentato causalità bidirezionale mentre USA, Thailandia e Korea del Sud hanno manifestato nessun tipo di causalità.

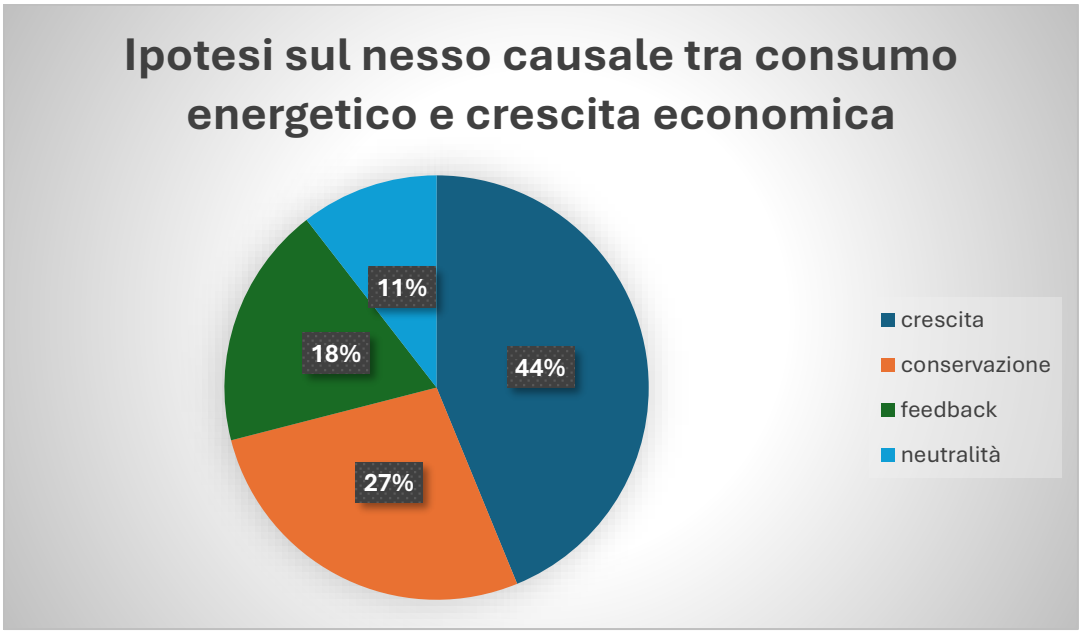
Negli ultimi due decenni gli studiosi hanno condotto le loro analisi considerando anche il ruolo delle energie rinnovabili. In un articolo Sadorski (2009) ha stimato con un modello di correzione dell'errore che l'incremento dell'1% del PIL pro-capite produca un aumento del consumo di energia rinnovabile pro capite di circa il 3,45% in 18 Paesi in via di sviluppo tra il 1993 e il 2004, supportando quindi l'ipotesi della conservazione. Concordemente, Ocal e Aslan (2013), hanno determinato con il test di Toda-Yamamoto che la crescita economica causa il consumo di energia rinnovabile in Turchia tra il 1990 e il 2010.

Risultati contrari sono stati proposti da Inglesi-Lotz (2016) riguardo 34 Paesi OECD nel periodo 1990-2010: servendosi del test di Pedroni ha trovato evidenza empirica del nesso di causalità da consumo di energia a crescita economica. Similmente Fang (2011) ha trovato evidenze empiriche a supporto dell'ipotesi della crescita: nel suo studio sulla Cina nel periodo 1978-2008 ha stimato che un incremento nel consumo di energie rinnovabili dell'1% causa una crescita del PIL pro capite pari al 0,126%.

Invece, il test di Granger su 20 Paesi OECD nel periodo 1985-2005 condotto da Apergis e Payne (2010) ha rivelato una causalità bidirezionale positiva a supporto dell'ipotesi del feedback. Analoga evidenza empirica è stata rilevata da Lin e Moubarak (2014) in Cina tra il 1977 e il 2010 utilizzando i test di Johansen e Granger.

A convalida dell'ipotesi della neutralità Menegaki (2011) non ha rilevato alcuna evidenza empirica di causalità in 27 Paesi europei nel periodo 1997-2007 avvalendosi di un modello a effetti random.

Una visione d'insieme sulla varietà e discordanza della letteratura è data dall' immagine 1 di Mutumba et al. (2021) che mostra la distribuzione delle ipotesi in esame rispetto alle nazioni su più di mille studi avvenuti tra il 1974 al 2021.



L' immagine 1 mostra la distribuzione delle ipotesi riguardanti il nesso consumo energetico-crescita economica rispetto agli studi condotti sulle nazioni (Mutumba et al. (2021)).

2.2. IDE e crescita economica

L'impatto degli IDE sulla crescita economica è stato a lungo esaminato. Secondo la teoria neoclassica di Solow (1956) gli IDE non hanno alcun effetto sul tasso di crescita del Paese ricevente nel lungo periodo, ma possono soltanto causare un aumento nel livello di crescita rispetto a quanto non sia ottenibile dai soli investimenti domestici.

In un modello di crescita endogeno invece gli IDE possono influenzare il tasso di crescita direttamente grazie al trasferimento di nuove tecnologie e conoscenze, maggior efficienza, esternalità e spillover andando a colmare gli "idea gaps" di Romer (1993) tra nazioni ricche e povere.

Molti studi empirici che hanno indagato la relazione esistente tra IDE e crescita economica hanno scoperto un impatto positivo degli IDE sulla crescita del Paese recettore. I risultati di

Hansen e Rand (2006) su 31 Paesi in via di sviluppo tra il 1970 e il 2000 hanno evidenziato una forte influenza positiva degli IDE sul PIL tramite il trasferimento di conoscenza e nuove tecnologie. Inoltre, una consistente branca della letteratura sostiene che gli effetti positivi degli IDE sono subordinati alla presenza di livelli soglia minimi di alcune caratteristiche dei Paesi destinatari. Carkovic e Levine (2002) hanno suggerito che gli IDE in sé non esercitino un'influenza sulla crescita indipendente da altri determinanti della crescita avvalendosi del metodo generalizzato dei momenti (GMM) di Arellano e Bover su un gruppo di 72 nazioni tra il 1960 e il 1995. Più dettagliatamente**,** Borensztein, De Gregorio e Lee (1998) nella loro indagine sulle interazioni tra IDE e capitale umano in 69 Paesi in via di sviluppo sono giunti alla conclusione che gli IDE hanno un impatto sulla crescita maggiore di quello degli investimenti domestici solo se il Paese recettore supera una soglia minima di capitale umano che gli permette quindi di assimilare nuove tecnologie e spillover. Similmente, tramite l'analisi dei dati panel di 18 Paesi latino-americani nel periodo 1970-1999 e utilizzando la metodologia di Arellano e Bover, Bengoa e Sanchez-Robla (2003) hanno riscontrato un forte impatto positivo degli IDE sulla crescita. Inoltre, asseriscono che per poter beneficiare dei flussi in entrata siano necessari negli Stati riceventi livelli adeguati di capitale umano, stabilità macroeconomica e liberalizzazione dei mercati. Risultati similari sono stati ottenuti da Joo, Shawl e Makina (2022) nei Paesi BRICS per il periodo 1987-2018: in questa circostanza, infatti, gli IDE hanno intensificato la crescita interagendo con il capitale umano, l'apertura al commercio, lo sviluppo dei mercati finanziari e la stabilità macroeconomica. Anche Li e Liu (2005) sostengono che gli IDE influenzano positivamente la crescita economica sia direttamente, che indirettamente per effetto della forte interazione positiva degli stessi con il capitale umano. Alfaro et al. (2004) in luogo del capitale umano pongono i mercati finanziari e hanno trovato evidenza empirica della causalità da IDE a crescita mediante i mercati finanziari avvalendosi dei dati di 71 nazioni nel periodo 1975-1995. Per Balasubramanyam, Salisu e Sapsford (1996) invece l'apertura al commercio è il solo fattore determinante per carpire i benefici sulla crescita derivanti dagli IDE. La loro indagine empirica sull'ipotesi di Bhagwati condotta su 46 Paesi in via di sviluppo tra il 1970 e il 1995 mediante una regressione OLS corroborata da una a variabile strumentale generalizzata (GIVE) ha dato esito positivo, ovvero che l'effetto potenziante sulla crescita degli IDE è maggiore in quelle nazioni che perseguono politiche di liberalizzazione del commercio rispetto a nazioni protezionistiche.

In disaccordo con la letteratura precedente Herzer (2012) afferma che gli IDE hanno un impatto negativo sulla crescita in 44 Paesi in via di sviluppo nel periodo 1970-2005. Nella sua dissertazione ha impiegato tecniche di cointegrazione apposite per evitare bias da variabile

omessa e endogeneità. Tuttavia, riconosce l'importanza di fattori quali il reddito pro capite, la protezione dei diritti di proprietà e l'assenza di corruzione nell'influenzare indirettamente e positivamente la relazione tra IDE e crescita.

In sintesi, si evince dalle indagini di cui sopra che gli studiosi concordano riguardo l'esistenza di una relazione causale mediamente positiva, per quanto eterogenea tra le nazioni, tra IDE e crescita dovuta all'interazione dei primi con distinte caratteristiche degli Stati

2.3. Apertura al commercio e crescita economica

La relazione tra apertura al commercio e crescita economica è soggetta a indagini e dibattiti con risultati equivoci complessi. Nella letteratura sia modelli teorici che evidenze empiriche manifestano risultati ambigui. Secondo i modelli di crescita endogena il commercio può essere un driver della crescita poiché influenza il tasso di accumulo di capitale umano o la velocità con la quale Paesi meno sviluppati possono apprendere nuove tecnologie produttive. (Grossman, Helpman, 1990; Romer,1990). Young (1991) ha analizzato gli effetti sulla crescita del passaggio da autarchia a libero scambio in un modello di crescita endogena causata dal "learning by doing". Nel suo sistema il commercio produce un incremento nel tasso di crescita del PIL dei Paesi sviluppati a discapito di una riduzione di quello dei Paesi meno sviluppati, poiché questi ultimi sono costretti a specializzarsi in settori in cui hanno un vantaggio comparato in cui l'effetto dell'imparare facendo è stato completamente sfruttato e di conseguenza non permette a cascata spillover positivi.

Analogamente ai modelli teorici anche gli studi empirici rivelano evidenze contrastanti. Frankel e Romer (1999) hanno sviluppato una variabile strumentale utilizzando alcune caratteristiche geografiche degli Stati per evitare bias di simultaneità e hanno comparato i risultati di tale regressione con una regressione OLS determinando che un incremento di un punto percentuale del rapporto commercio/PIL provoca un aumento del reddito pro capite di circa 1,5%. Tali risultati sono stati contestati da Rodriguez e Rodrik (2001) che sostengono come la misura dell'apertura al commercio impiegata non sia efficace nel cogliere gli effetti delle politiche commerciali. Inoltre, dimostrano anche che lo strumento impiegato non è valido e che nell'indagine di Frankel e Romer i risultati positivi sono ottenuti da effetti geografici e non dal commercio in sé. Questa critica contribuisce al ramo della letteratura che appoggia la teoria di un effetto contingente dell'apertura al commercio sulla crescita in base alle caratteristiche delle nazioni. Successivamente Irwin e Tervio (2002) hanno ripreso lo strumento di Frankel e Romer con alcune modifiche e hanno valutato il nesso tra commercio e

crescita in vari periodi del XX secolo in diverse nazioni ottenendo stime simili. In effetti, anche controllando per l'endogeneità del commercio, includendo la latitudine nella loro regressione OLS hanno stabilito che le nazioni che commerciano maggiormente tendono ad essere più ricche. Karras (2003) ha considerato l'apertura al commercio come il rapporto tra la somma di esportazioni e importazioni e PIL su due gruppi di dati: uno composto da 56 Paesi tra 1951-1998 e un altro costituito da 105 Paesi nel periodo 1960-1997. Entrambi i gruppi contenevano nazioni con eterogenei stadi di sviluppo. I risultati hanno rivelato per entrambi i gruppi un effetto positivo dell'apertura al commercio sulla crescita. Tale effetto è stato quantificato in un incremento dello 0,25/0,30% del tasso di crescita del PIL reale a seguito di un aumento dell'apertura al commercio dell'1%. In aggiunta, sostengono che le nazioni in via di sviluppo beneficiano maggiormente dell'apertura al commercio poiché affermano che l'intuizione teorica sottostante il nesso apertura commerciale-crescita sia che il commercio permette il trasferimento di tecnologie dai Paesi più avanzati a quelli più arretrati. Yanikkaya (2003) contribuisce alla ricerca considerando due categorie di misure per captare l'apertura la commercio su più di 100 Stati tra il 1970 e il 1997. La prima misura è fondata su più componenti del volume di scambi, che incorporano oltre alla tradizionale apertura al commercio ((IM+EX)/PIL) l'intensità del commercio con Paesi OECD, con Paesi non-OECD e del commercio bilaterale con gli U.S. La seconda è invece basata sulle restrizioni al commercio e considera i dazi totali su importazioni ed esportazioni, tasse sul commercio internazionale e barriere commerciali. L'ipotesi che la crescita sia stimolata dal commercio è confermata dalla regressione sui volumi di scambio. I canali attraverso cui opera il commercio in questo caso sono economie di scale, trasferimento di tecnologie e vantaggi comparati. Curiosamente anche tutte le misure di politiche protezionistiche dello studio producono stime significative e correlate positivamente con la crescita economica soprattutto nelle economie in via di sviluppo. Nonostante le evidenze empiriche sembrino contradditorie il punto chiave della seconda parte dell'indagine risiede nel sottolineare come politiche protezionistiche possano produrre effetti positivi sulla crescita in base alle caratteristiche della nazione come il suo grado di sviluppo, la dimensione e i settori protetti. Per 82 Paesi nel periodo 1960-2000 Chang, Kaltani e Loayza (2009) hanno applicato la tecnica del metodo generalizzato dei momenti di Arellano e Bover in modo da controllare per l'endogeneità e i fattori non osservati specifici di ciascuno Stato per verificare se l'apertura al commercio stimola la crescita per effetto del miglioramento di politiche economiche e istituzionali apposite. Per questo motivo hanno aggiunto alla misura di apertura commerciale delle variabili che riflettessero gli investimenti nel capitale umano, la dimensione dei mercati finanziari, la stabilità macroeconomica dei prezzi, le infrastrutture pubbliche, la qualità della governance, la

flessibilità del mercato del lavoro e la facilità di movimento delle imprese nei mercati. Gli esiti di tale studio suggeriscono complessivamente un effetto positivo dell'apertura al commercio la cui entità è intensificata se tale apertura è accompagnata da politiche che prevedono interventi complementari. Anche Herzer (2013), nella sua indagine su 91 Paesi tra il 1960 e il 2008, ha determinato una vasta eterogeneità negli effetti del commercio sulla crescita dipendenti da caratteristiche dei vari Stati. In particolare, l'apertura ha avuto un impatto positivo in tutte le nazioni sviluppate mentre in alcune nazioni in via di sviluppo ha avuto un effetto deleterio. Inoltre, ha specificato che le nazioni con livelli di educazione più alti, una regolamentazione del mercato del lavoro meno stringente, una minore percentuale di materie prime nelle esportazioni totali e una qualità delle infrastrutture migliore risentono mediamente di un beneficio maggiore sulla crescita provocata dal commercio. Alcalà e Ciccone (2004) hanno espanso la classica apertura commerciale implementando l'apertura commerciale reale data dal rapporto tra commercio nominale e PIL espresso al PPP, così facendo correggono l'effetto delle differenze internazionali di prezzo delle merci non-tradable ottenendo una grandezza più precisa. Avvalendosi degli strumenti di Frankel e Romer e di Acemoglu per controllare rispettivamente l'endogeneità e il ruolo delle istituzioni sono giunti alla conclusione che il commercio stimola la crescita economica accrescendo la produttività del lavoro. Precisamente, hanno stimato che accrescere dell'1% l'apertura commerciale reale provoca un incremento nella produttività del lavoro dell'1,45%. Recentemente Huchet, Le Mouël e Vijil (2018) hanno considerato la qualità e la varietà delle esportazioni in aggiunta all'apertura commerciale. Applicando il metodo dei momenti generalizzato per controllare per l'endogeneità mettono in evidenza la relazione positiva tra qualità e varietà delle esportazioni e velocità di crescita economica. Per di più, considerando la qualità delle esportazioni hanno ricavato una relazione non lineare tra apertura al commercio e crescita. In altre parole, l'effetto dell'apertura commerciale è positivo se le nazioni si specializzano in prodotti di alta qualità, negativo in caso contrario.

Zeren e Ari (2013) hanno riscontrato un circolo virtuoso tra apertura al commercio e crescita economica, ossia esiste una relazione causale di Granger bidirezionale tra le due variabili, per i Paesi del G7 tra il 1970 e il 2011. Similmente, Sakyi, Villaverde e Maza (2015) hanno proposto come variabile indipendente l'apertura al commercio pesata per l'impatto sul commercio mondiale e hanno individuato che l'apertura al commercio stimola la crescita, la quale a sua volta genera un incremento dell'apertura in 115 Paesi in via di sviluppo per il periodo 1970-2009, specialmente se il livello di reddito iniziale risulta medio o medio/alto piuttosto che basso. Anche Intisar et al (2020) hanno rivelato, con il test di Dimitrescu e Hurlin, un effetto causale di feedback tra apertura al commercio e crescita economica su un

campione di Paesi est-asiatici, mentre per un gruppo di nazioni sud-asiatiche la relazione era di tipo unidirezionale da apertura a crescita. Al contrario Adhikary (2011) ha scoperto che in Bangladesh tra il 1986 e il 2008 l'apertura al commercio ha conseguenze negative sul tasso di crescita imputabili a un saldo commerciale largamente negativo e un deprezzamento del tasso di cambio.

2.4. Complessità economica e crescita

La prima definizione di crescita economica è stata concepita da Hidalgo e Hausmann (2009) ed è volta a quantificare gli effetti delle capacità produttive, della divisione del lavoro e delle relative interazioni nel determinare la crescita. L'idea di base viene spiegata paragonando le capacità produttive ai mattoncini Lego: così come solamente se si dispone di tutti i mattoncini specifici sarà possibile costruire il modello correttamente allo stesso modo si potrà desumere dalle qualità dei prodotti di un'economia se la stessa possiede o meno tale capacità. Le capacità produttive e quindi la complessità sono funzione della diversificazione e dall'ubiquità delle esportazioni. Infatti, solo le poche nazioni con una vasta gamma di capacità produttive (alto grado di complessità) possono essere in grado di creare molti prodotti differenti (alta diversificazione), i quali di riflesso esistono solamente in un altrettanto ristretto gruppo di Paesi (bassa ubiquità). Matematicamente per cogliere tali relazioni hanno inserito i dati in delle matrici e sviluppato il "method of reflections". I risultati ottenuti da tale analisi hanno portato ad affermare che la complessità economica non solo è correlata al reddito pro-capite, ma è anche un predittore della crescita e della convergenza in base al set di capacità e conoscenze disponibili (Hausmann et al (2014)). È importante sottolineare che, nonostante attinga alle caratteristiche delle esportazioni per la computazione, la complessità economica non è una misura del commercio, ma un'entità differente frutto della sintetizzazione di migliaia di informazioni riguardo la quantità e la facilità di acquisizione della conoscenza intrinseca nei processi produttivi (Hausmann et al. (2014), Hidalgo (2021). Tacchella et al. (2012, 2013) hanno proposto una critica alla metodologia di Hidalgo e Hausmann (2009) suggerendo un miglioramento nel modello matematico introducendo la misura di "Fitness" della nazione, la quale pone maggiore importanza sull'informazione che, se un bene è prodotto da una nazione poco competitiva significa che tale bene è necessariamente poco sofisticato. Successivamente, Ferrarini e Scaramozzino (2016) hanno analizzato gli effetti della complessità economica in un modello di crescita endogena. Data tale premessa la complessità economica è sempre associata a un maggiore tasso di crescita di lungo periodo, in quanto favorisce l'incremento di accumulazione di capitale umano. Tuttavia, sostengono ci

possa essere un effetto negativo sui livelli di produzione fintantoché i fallimenti nella corretta implementazione di procedure più complesse sono maggiori dei benefici della specializzazione. I risultati teorici sono stati confermati dall'indagine empirica su 89 Paesi tra il 1990 e il 2009. Rifacendosi ai lavori di Hidalgo e Hausmann (2009) e Hausmann et al. (2014) una serie di studi ha avvalorato i loro risultati sia a livello internazionale che regionale. Stojkoski e Ljupco (2017) hanno stabilito che la complessità economica ha un impatto considerevole sulla crescita, quantificato in un incremento del 45% del PIL pro-capite conseguente un aumento di una deviazione standard dell'Indice di Complessità Economica, nei Paesi dell'Europa centro-orientale. Tabash, Mesagan e Farooq (2022) hanno determinato che la complessità economica stimola la crescita, in particolare migliorando l'efficienza delle materie prime, in 24 nazioni africane.

In 50 regioni spagnole, Balsalobre, Verduras e Lanchas (2017) hanno confermato la complessità economica è un ottimo indicatore della crescita anche a livelli geografici più ristretti. Chavez, Mosqueda e Gomez-Zaldivar (2017) hanno spiegato la differenza di reddito tra le regioni del Messico attraverso la complessità economica calcolata sui dati dell'occupazione settoriale che hanno evidenziato una correlazione positiva tra il grado di complessità e il tasso di crescita tra il 1998 e il 2013.

Tali risultati sono confermati da Mewes e Broekel (2022), i quali hanno considerato 159 regioni europee nel periodo 2000-2014 e dopo aver introdotto la misura di Diversità Strutturale basata sui brevetti hanno osservato che un incremento della capacità di creare e utilizzare tecnologie complesse del 10% è associato a una crescita del PIL pro-capite dello 0,45%.

3. DISCUSSIONE E IMPLICAZIONI POLITICHE

La COP21 tenutasi a Parigi nel dicembre 2015 è ritenuta un evento chiave nella lotta al cambiamento climatico. Gli Accordi sul Clima di Parigi sono, infatti, stati annunciati come un grande successo nell'aver gettato le basi per il paradigma della crescita green e dello sviluppo sostenibile. I punti cardine su cui poggiano tali accordi sono (UNFCCC, 2015): (i) "mantenere l'incremento della temperatura media globale al di sotto dei 2° C rispetto ai livelli preindustriali e cercare di limitare l'aumento a 1,5° C." (Art. 2), (ii) "raggiungere un equilibrio tra le fonti di emissioni antropogeniche e gli assorbimenti di gas a effetto serra nella seconda metà del secolo corrente "(Art. 4), (iii) preparare, comunicare e mantenere i contributi determinati a livello nazionale (Art. 4.2) riguardo le strategie di sviluppo (paragrafo

decisione 35), i cui aggiornamenti migliorativi (Art. 4.3) avverranno con cadenza minima quinquennale a partire dal 2020 e dovranno essere comunicati con 9-12 mesi di anticipo rispetto alla Conferenza delle Parti dell'anno in oggetto (paragrafi decisioni 23,24,25) e (iv) supportare finanziariamente i Paesi in via di sviluppo nel raggiungere gli obiettivi degli Accordi, quantificando tale aiuto in 100 miliardi USD all'anno da parte dei Paesi sviluppati da raggiungere entro il 2025 (paragrafi decisioni 52, 53).

Nonostante la ratio degli Accordi di Parigi sia la creazione di un apparato volto ad arginare il cambiamento climatico rivoluzionando il sistema economico mondiale non vi è nessuna menzione né di tale sistema, né riguardo la possibilità di coniugare sviluppo sostenibile e crescita economica, né tantomeno a modelli o politiche economiche virtuose, precise ed efficaci da perseguire (Morgan, 2016). Il fatto che la parola "crescita" venga citata solamente una volta in tutto il documento, all'Art.10, lascia trasparire la scarsa considerazione o, più maliziosamente, la volontà di glissare delle Parti per quanto concerne la configurazione della politica economica nazionale in quanto nessuno Stato sembra disposto a proteggere l'ambiente a discapito della propria crescita. Eppure, la sfida che l'umanità si trova ad affrontare in questo periodo è proprio quella di configurare un modello di perpetuazione della crescita che sia sostenibile e raggiungibile in un lasso temporale tale da non oltrepassare le soglie di CO_2 tali da sforare i limiti di incremento della temperatura previsti dalla COP21 che creerebbero danni irreversibili al pianeta Terra (Armstrong et al., 2022). Secondo l'Emissions Gap Report 2024 per contenere l'aumento di temperatura a 2°C e 1,5°C consistente con gli Accordi di Parigi è necessario ridurre le emissioni rispettivamente del 28% e del 42% entro il 2030. Tuttavia, nel 2023 si è raggiunto il volume più grande di emissioni di gas serra dovuto a un incremento dell'1,3% rispetto all'anno precedente e maggiore della crescita media delle emissioni del decennio 2010-2019. Il 68% di tali emissioni deriva da combustibili fossili impiegati principalmente nel settore energetico e nei processi industriali. Inoltre, le proiezioni del report riguardanti la totale implementazione dei contributi determinati a livello nazionale, sia condizionali che non-, rivelano un aumento di temperatura eccedente i limiti prestabiliti e in continuo rialzo anche nel XXII secolo.

La soluzione proposta per tali criticità nell'ultimo decennio viene definita come crescita green. Teoricamente la crescita green si basa sull'idea che il progresso tecnologico e il sistema di mercato provocheranno o un effetto sostituzione sulle risorse impiegate o un incremento dell'efficienza del sistema permettendo quindi di separare la crescita economica dal consumo di risorse e dalle emissioni di CO_2 a una velocità tale da tutelare e conservare l'ambiente (Hickel e Kallis, 2019). La separazione può essere di due tipologie: disaccoppiamento

relativo, quando il tasso di crescita del PIL è maggiore del tasso di crescita dell'impatto ambientale, o disaccoppiamento assoluto nel caso in cui risorse impiegate ed emissioni diminuiscono in termini assoluti (Jackson, 2009). Tuttavia, per risorse imprescindibili come l'energia vi è un limite massimo di efficienza dato dalle leggi della termodinamica. Ne consegue che il disaccoppiamento tra crescita ed energia risulta possibile solo temporaneamente, poiché quando viene raggiunto il limite fisico dell'efficienza (previsto per il 2050), per foraggiare una crescita infinita, è assolutamente necessario aumentare il consumo di energia (Ward et al.,2016). Infatti, la Prima Legge della Termodinamica impone che nulla si possa creare dal niente, rendendo quindi indispensabile il consumo di risorse per la produzione, mentre la Seconda Legge della Termodinamica implica una continua necessità di approvvigionamento di nuova energia poiché, per quanto questa possa essere impiegata efficientemente, ogni sua trasformazione ne comporta una dispersione attraverso il calore o altra forma di scarto, diminuendo la capacità di lavoro dello stock iniziale (Daly e Farley, 2003).

A rendere ancora più arduo il disaccoppiamento è il paradosso di Jevons secondo il quale un aumento dell'efficienza di una risorsa provoca un aumento piuttosto che una riduzione del suo consumo (Polimeni et al, 2008). A livello empirico, nonostante alcuni Paesi abbiano recentemente mostrato la presenza di disaccoppiamento assoluto, la velocità con cui ciò avviene dovrebbe essere 12 volte superiore entro il 2030 per limitare l'aumento di temperatura a 1,5°C (Vogel e Hickel, 2023). L'accelerazione di questo processo dipende principalmente dalla celerità con cui si adottano soluzioni a basse o zero emissioni di anidride carbonica, che a loro volta sono subordinate al progresso tecnologico e a dei limiti fisici. In questa fattispecie è utile notare come anche una transizione totale a fonti di energia rinnovabili ad emissioni zero di fatto non risolva il problema del disaccoppiamento (Ward et al., 2016). Ciò conferma che nonostante l'impiego di energie rinnovabili riduca le emissioni di CO_2 (Shafiei e Salim, 2014) permane la necessità di consumare energia per sostenere la crescita.

Quanto sopra sembra essere consistente con la relazione esistente tra crescita e inquinamento rappresentata da una curva di Kuznets ambientale a forma di N. Secondo Grossman e Krueger (1991) infatti la crescita economica ha un impatto sul degrado ambientale frutto dell'interazione di tre canali: l'effetto scala, l'effetto composizione e l'effetto tecnico. Per primo, l'effetto scala è dato dal fatto che senza cambiamenti tecnologici per aumentare la crescita è necessario consumare una quantità maggiore di risorse. In secondo luogo, l'effetto composizione si riferisce al passaggio da un'economia basata sul settore industriale ad alte

emissioni a una prevalentemente fondata sul settore dei servizi meno inquinante. L'effetto tecnico consiste nell'adozione di nuove tecnologie più efficienti. Ciò prevede che nelle fasi iniziali di sviluppo economico l'inquinamento e la crescita aumentino contemporaneamente fino al raggiungimento di un primo punto di svolta dopo il quale le emissioni diminuiscono mentre l'economia continua a crescere. Questa tendenza prosegue finché l'economia non raggiunge un secondo punto di svolta in cui le emissioni ritornano a salire (Balsalobre-Lorente e Álvarez-Herranz, 2016). Questo fenomeno è imputabile all'effetto scala che prevale sull'effetto tecnico poiché la tecnologia disponibile nel mentre è diventata obsoleta o inutilizzabile in quanto troppo costosa (Álvarez-Herránz et al., 2017). Quindi, il progresso tecnologico è il fattore che permette di sopraffare l'effetto scala o quantomeno di ritardare il secondo punto di svolta attraverso lo sviluppo e l'impiego di fonti di energia rinnovabili (Balsalobre-Lorente e Álvarez-Herranz, 2016; Balsalobre-Lorente et al., 2018). Di conseguenza, se il livello di avanzamento tecnologico rendesse fattibile il passaggio a un'economia dipendente al 100% dalle energie rinnovabili ciò impedirebbe la risalita dopo il secondo punto di svolta permettendo una crescita senza preoccupazioni. Un ruolo fondamentale potrebbe essere ricoperto dalla tecnologia fotovoltaica. Infatti, attingere da un flusso di energia infinito come quello del Sole, oltre a garantire una fonte di energia illimitata assicura anche l'inesauribilità delle risorse materiali senza violare la Seconda Legge della Termodinamica (Aryes 1998,1999). Fortunatamente, la tecnologia dei pannelli fotovoltaici sta diventando sempre più diffusa, produttiva, efficiente e meno costosa. Inoltre, ricavare energia attraverso i pannelli fotovoltaici è più conveniente perché il suo EROI (Energy Return On Investements) è almeno 2-3 volte maggiore di quello dei combustibili fossili (Göerig e Breyer, 2016). Difatti, secondo l'IEA (2024) l'utilizzo di energie rinnovabili è in crescita e coprirà quasi metà del fabbisogno di elettricità mondiale entro il 2030, soprattutto grazie al fotovoltaico e all'eolico. Nonostante questo non sia sufficiente per raggiungere l'obiettivo di zero emissioni entro il 2050, è possibile affermare che ci si trovi saldamente sulla strada giusta poiché il grande potenziale dei Paesi in via di sviluppo non è stato ancora sfruttato e nei prossimi anni molto probabilmente vi saranno ulteriori progressi tecnologici. Molti studi sono infatti concordi che un'economia alimentata al 100% da energie rinnovabili è concretizzabile e vantaggiosa (Breyer et al, 2016). Da questa analisi si conviene che nonostante la crescita sia un processo energivoro la sua sostenibilità non rappresenta alcun limite a patto che tempestivamente si effettui l'integrale transizione a fonti di energia rinnovabili.

Per stimolare tale transizione è necessario aumentare gli investimenti in ricerca e sviluppo e considerare che i benefici dell'efficienza saranno futuri a fronte di costi, anche ambientali, iniziali certi (Álvarez-Herranz et al., 2017). Dunque, probabilmente la crescita economica

contiene intrinsecamente sia la causa che la soluzione del problema. Come la crescita ha di fatto causato la situazione attuale, allo stesso modo non vi è ragione a priori di dubitare che non possa produrre anche la soluzione stessa attraverso il progresso tecnologico endogenamente generato. Al contrario, affidare le speranze di trovare una soluzione tramite la decrescita economica, per risparmiare risorse, porta a un circolo vizioso di contrazione della domanda aggregata, aumento della disoccupazione e crisi degli Stati (Jackson, 2009). In aggiunta, la decrescita sopprime gli investimenti ottenendo come risultato quello di quantomeno rallentare, se non annullare, la possibilità di sviluppare le tecnologie necessarie per salvare l'ecosistema (van den Bergh, 2011). Perciò appare chiaro che è più conveniente ed efficiente pianificare politiche pro-crescita che avranno un effetto positivo anche sull'ambiente, piuttosto che progettare politiche salva-ambiente con grossi vincoli che provocherebbero una spirale negativa di decrescita. Tuttavia, attualmente, è di vitale importanza stimolare la ricerca, lo sviluppo e l'applicazione per quanto riguarda energie rinnovabili, efficienza e tecnologie a emissioni zero e di cattura e stoccaggio della CO_2 (CCS) affinché sia possibile una struttura dell'economia mondiale caratterizzata da una crescita sostenuta e al contempo sostenibile.

Siccome la struttura dell'economia è riflessa dalla complessità economica (Hausmann et al., 2014) anche l'indagine di tale dimensione è di rilevante importanza. Specificatamente, la complessità economica rispecchia le conoscenze, capacità e tecnologie contenute nella struttura dell'economia incluso il potenziale innovativo della stessa, permettendo quindi di affermare che tale misura comprende anche il potenziale per innovazioni sostenibili e non inquinanti (Romero e Gramkow, 2021). Oltre a essere un ottimo predittore della crescita futura (Hausmann et al., 2014) l'Indice di Complessità Economica è anche positivamente associato alla diminuzione delle emissioni: infatti economie complesse tendono prevalentemente a produrre beni ad alta intensità di conoscenza e tecnologia più efficientemente, ovvero con output maggiore per unità di inquinamento, e inoltre sono più propense a sviluppare innovazioni che tutelano l'ambiente (Romero e Gramkow, 2021). Pertanto, ne deriva che interventi politici volti a incrementare la complessità economica hanno un effetto positivo sia sulla crescita che sull'ambiente. Ciononostante, per loro stessa natura i nuovi prodotti e processi produttivi legati alla sfera green sono caratterizzati da un'alta complessità che rende la loro implementazione limitata alle economie più avanzate (Mealy e Teytelboym, 2022). Inoltre, si verifica anche un fenomeno di path-dependence per il quale i primi innovatori green proficui acquisiscono un vantaggio derivante dall'incremento dell'insieme di conoscenza, tecnologia e capacità produttive che facilita innovazioni future nello stesso ambito (Mealy e Teytelboym, 2022). Semplificando e riprendendo la metafora di

Hausmann et al. (2014), del gioco dello scarabeo, dove le lettere sono le capacità e le parole i prodotti, si intuisce facilmente come aggiungere una nuova lettera a un set costituito già da molte lettere (capacità) aumenti esponenzialmente la quantità di parole (prodotti) teoricamente producibili anche paragonato all'aggiunta di una nuova lettera a un piccolo set di lettere (bassa complessità). Perciò le evidenze di cui sopra sono foriere di speranza in quanto suggeriscono che le innovazioni attuali costituiscono soltanto la punta dell'iceberg, la quale fa da preludio allo sviluppo in rapida successione di innovazioni via via sempre più dirompenti. D'altro canto, tale classificazione delega di fatto la responsabilità a una ristretta cerchia di nazioni economicamente complesse e limita, almeno temporaneamente, l'impiego e il beneficio delle innovazioni alla stessa.

Appurato che la genesi di innovazioni green è un processo complesso dettato dall'interazione di particolari tecnologie, conoscenze, capacità e abilità esistenti che conseguentemente ne limitano anche la riproducibilità efficace su scala mondiale ci si trova ad affrontare il problema della diffusione e impiego di tali innovazioni. I principali canali attraverso i quali avviene la propagazione delle innovazioni sono: gli Investimenti Diretti Esteri e il commercio.

Riferendosi agli IDE tradizionalmente si intende il trasferimento di conoscenze, tecnologie, pratiche manageriali e sistemi produttivi dalla madrepatria delle aziende multinazionali alle nazioni ospitanti (Doytch e Narayan, 2016). Gli IDE quindi permettono di trapiantare tecnologie e metodologie all'avanguardia in Paesi che ancora non sarebbero in grado di realizzarle autonomamente e conseguentemente contribuiscono ad accelerarne la crescita. Il livello di avanzamento tecnologico preesistente nel Paese ospitante è comunque di fondamentale importanza poiché determina anche le capacità di assorbire la nuova tecnologia importata (Fisher-Vanden et al., 2004). Per questo motivo, oltre a stimolare la crescita gli IDE potrebbero provocare delle ripercussioni positive anche sul processo innovativo del Paese ricevente stesso. Infatti, gli IDE "contagiano" il Paese ospitante con nuove tecnologie più efficienti, spingendo le aziende concorrenti presenti sul territorio ad adottarle e a cercare di migliorarle o superarle a loro volta per efficientare la performance (Findlay, 1978). Inoltre, il processo di learning-by-doing abbinato agli IDE nel Paese ospitante è alla base dello sviluppo del progresso tecnologico (Arrow, 1962). Tuttavia, il trasferimento tecnologico potrebbe non avere esclusivamente risvolti positivi. Gli IDE non portano con sé soltanto l'effetto tecnico, ma anche l'effetto scala e composizione. Pertanto, l'impatto ambientale degli IDE dipende dal trade-off tra l'aumento di richiesta di energia e il guadagno determinato dell'efficienza tecnologica unitamente alla tipologia degli input dei processi produttivi (Shabaz et al., 2019). Inoltre, vi è il rischio che l'effetto scala venga amplificato dal fatto che le aziende inquinanti

sono attratte dalla possibilità di delocalizzare la produzione in Paesi emergenti con regolamentazioni ambientali meno stringenti, rendendoli dei paradisi dell'inquinamento (Arif, U., Arif, A. e Khan, 2021). Analogamente potrebbero essere le stesse nazioni in via di sviluppo, caratterizzate da governi facilmente corruttibili, ad emanare leggi a tutela dell'ambiente più libertine così da esercitare una più elevata attrattività sugli IDE (Cole, Elliot e Fredriksson, 2006). Per ovviare a questi problemi, quindi, è necessario che le istituzioni siano solide, integre e incorruttibili, che vi siano regolamentazioni stringenti sulle emissioni, che gli Stati investano in ricerca e sviluppo incentivando tecnologie pulite e che i consumatori scelgano di acquistare prodotti che rispettano certi standard eco-sostenibili nei processi di produzione attuando anche il meccanismo del "name and shame". Solo così l'effetto preponderante degli IDE sarà l'effetto tecnico che impedirà ai Paesi ospitanti di diventare delle discariche legalizzate diffondendo anzi tecnologie e capacità fondamentali per colmare il gap con economie più sviluppate e poste sul sentiero della sostenibilità della crescita.

Empiricamente l'effetto tecnico sembra prevalere nelle nazioni in via di sviluppo, dove gli IDE si sono dimostrati efficaci nel diminuire l'intensità energetica, ridurre le emissioni di CO_2 e a incentivare il ricorso a fonti energetiche rinnovabili (Mielnik e Goldemberg, 2002; Tamazian, Chousa e Vadlamannati, 2009; Doytch e Narayan, 2016). Al contrario, in alcuni Stati già sviluppati invece gli IDE concorrono all'aumento delle emissioni poiché, siccome tali Stati non dipendendo dagli IDE per il progresso tecnologico devolvono interamente tali fondi al mero incremento della produzione (Paramati, Mo e Gupta, 2017). Conseguentemente, i consigli riguardanti i Paesi già sviluppati consistono nel convertire gli IDE in tecnologie pulite e rinnovabili in modo da sostenere la crescente domanda di energia e velocizzare la transizione a fonti di energia rinnovabile in modo tale da essere allineati con gli obiettivi di crescita sostenibile (Paramati, Mo e Gupta, 2017).

Il secondo canale di diffusione di nuove tecnologie è costituito dal commercio. Nel sistema economico globalizzato attuale l'apertura commerciale rappresenta una proprietà imprescindibile per il successo delle nazioni e gli studiosi concordano nell'affermare che il commercio promuove la crescita. Proprio il solo aumento della ricchezza può contribuire alla diminuzione dell'inquinamento poiché una società con un reddito maggiore tende a porre maggiore attenzione alle condizioni ambientali (Dinda, 2004). Infatti, l'incremento della ricchezza dato dall'aumento dell'apertura commerciale nei Paesi sviluppati fa sì che aumentino gli investimenti e le leggi a favore dell'ambiente, migliorando di conseguenza la qualità e la salubrità dell'ecosistema (Baek, Cho e Woo, 2009). Tuttavia, l'incremento di reddito e la conseguente richiesta di leggi più stringenti a favore dell'ambiente potrebbero

semplicemente portare allo spostamento delle aziende inquinanti all'estero. Le leggi più severe vincolano le nazioni più ricche a specializzarsi nel settore delle tecnologie green mentre i Paesi in via di sviluppo, orientati a crescere rapidamente, ottengono un vantaggio comparato nell'essere esportatori di prodotti ad alta intensità di inquinamento in virtù dell'assenza di regolamentazioni ambientali severe (Copeland e Taylor, 1994). Così facendo il divario tecnologico tra Paesi sviluppati e emergenti si allarga e l'effetto cumulativo sull'ambiente è negativo (Copeland e Taylor, 1994). Per di più, siccome l'apertura commerciale stimola la produzione, la quale a sua volta richiede un maggior consumo di energia, il quale, seguendo il modello di Heckscher (1919) e Ohlin (1933) per cui i Paesi esportano ciò che producono con i fattori produttivi di cui dispongono facilmente in relativa abbondanza, viene sostenuto dai Paesi in via di sviluppo con fonti non rinnovabili altamente inquinanti si può facilmente derivare l'impatto negativo che ciò comporta sul degrado ambientale in suddetti Paesi (Shabaz et al., 2015). Per ovviare a tali problematiche è necessario che l'effetto tecnico sia superiore agli effetti scala e composizione (Antweiler, Copeland e Taylor, 2001). In altre parole, è essenziale che l'apertura commerciale veicoli l'uso di energie rinnovabili e relative tecnologie in quelle nazioni arretrate che non sono ancora in grado di produrle internamente (Destek e Sinha, 2020). In questo modo l'effetto tecnico è benefico e permette alle nazioni di crescere e tutelare l'ambiente nel lungo periodo (Shabaz et al., 2018). La ragione di tale fenomeno è che nel breve periodo, a seguito di un incremento dell'apertura commerciale, certe nazioni potrebbero comunque non essere abbastanza avanzate da recepire e usufruire delle nuove tecnologie, restando legate a processi produttivi inquinanti. Nel lungo periodo invece le nuove tecnologie vengono assimilate, implementate e possono originare ulteriori innovazioni grazie al sostegno dei capitali esteri e quindi diventare meno inquinanti (Shabaz et al., 2019). Anche per queste motivazioni applicare politiche protezionistiche nei Paesi in via di sviluppo per proteggere l'ambiente tramite una diminuzione dell'apertura commerciale è una mossa controproducente su tutti i fronti perché, oltre a impedire l'effetto reddito che porta a chiedere un ambiente più pulito preclude anche gli spillover e la propagazione di nuove tecnologie (Copeland e Taylor, 2004).

I risultati di questa discussione confermano Dogan, Balsalobre-Lorente e Nasir (2020), ovvero che il consumo di energia da fonti rinnovabili, la complessità economica, gli IDE e l'apertura commerciale stimolano e incrementano la crescita e allo stesso tempo compiono un passo in avanti illustrando come sia possibile sfruttare i suddetti driver della crescita per configurare un assetto economico mondiale senza un trade-off tra crescita e qualità ambientale. In particolare, è possibile delineare le seguenti implicazioni e raccomandazioni politiche:

(i) Comprovato il bisogno di consumare energia per alimentare la crescita e avvalorata quindi l'ipotesi della crescita è necessario spostarsi al più presto verso fonti di energia rinnovabili, sfruttando soprattutto il potenziale dell'energia fotovoltaica. Per facilitare questo processo si possono applicare tasse sulle emissioni di CO_2, crediti fiscali per la produzione di energia rinnovabile e sussidi per l'installazione degli appositi impianti;

(ii) Incrementare la complessità economica facilitando la diffusione delle conoscenze attraverso l'aumento dei finanziamenti alle università e investimenti massicci in R&S per aumentare l'efficienza delle tecnologie disponibili e stimolare la genesi di ulteriori innovazioni;

(iii) Abbattere le barriere commerciali, non imporre dazi, aumentare l'attrattività verso gli IDE e incrementare l'integrazione sul mercato globale unitamente a una maggior qualità delle istituzioni e investimenti in capitale umano in modo da facilitare il trasferimento e l'assorbimento di nuove tecnologie e beneficiare pienamente delle relative esternalità positive;

(iv) Accompagnare i Paesi in via di sviluppo nella transizione a fonti di energia rinnovabili cosicché possano evitare la fase di crescita ad alto inquinamento e colmare il gap con i Paesi già sviluppati passando direttamente alla fase di crescita sostenuta a zero emissioni.

4. CONCLUSIONI

Le problematicità della coesistenza tra crescita economica e qualità ambientale sono state energicamente dibattute nell'ultimo ventennio. In questa tesi si è cercato di analizzare come è stata possibile la crescita attuale e di configurare un assetto globale di crescita economica sostenuta a fronte delle nuove consapevolezze riguardo il clima esternate a partire dalla COP21 e successivi aggiornamenti. A questo scopo sono stati presentati quattro fattori chiave della crescita, il consumo energetico, gli IDE, l'apertura al commercio e la complessità economica, e la direzione e l'intensità dei loro effetti. Successivamente tali fattori sono stati discussi con il supporto di modelli teorici ed evidenze empiriche sotto il vincolo della limitazione dell'aumento di temperatura e della decarbonizzazione. Da questa discussione è emerso il ruolo imprescindibile del consumo di energia da fonti rinnovabili e più specificatamente l'energia solare data l'impossibilità del disaccoppiamento tra crescita e consumo di risorse. Inoltre, l'efficienza e il progresso tecnologico sono stati identificati come

elemento cardine comune in tutti gli scenari di crescita sostenibile. Pertanto, sono risultati di fondamentale importanza la complessità economica, per quanto riguarda il potenziale di crescita delle nazioni legato alla tecnologia, e gli IDE e l'apertura commerciale in quanto strumenti efficaci per la distribuzione e attuazione di tecnologie avanzate. In ragione di queste interazioni è stato possibile affermare che la crescita, opportunamente indirizzata attraverso politiche specifiche, è un obiettivo perseguibile e causa di giovamento sia sul piano economico che ambientale.

In conclusione, nonostante ci si trovi leggermente indietro rispetto agli obiettivi prefissati per evitare il surriscaldamento globale non è né necessario né tantomeno assennato smettere di stimolare la crescita. Anzi, grazie a consumo energetico, IDE, apertura commerciale e complessità economica sarà possibile chiudere il divario e proseguire sul sentiero della crescita.

BIBLIOGRAFIA

Parole utilizzate: 7547

Abosedra, S., e Baghestani, H., 1989. "*NEW EVIDENCE ON THE CAUSAL RELATIONSHIP BETWEEN UNITED STATES ENERGY CONSUMPTION AND GROSS NATIONAL PRODUCT* [online]". The Journal of Energy and Development, vol. 14, no. 2, pp. 285–92. JSTOR, disponibile su: <http://www.jstor.org/stable/24807939>. [Data di accesso 15/04/2025].

Adhikary, B.K., 2011. "*FDI, Trade Openness, Capital Formation, and Economic Growth in Bangladesh: A Linkage Analysis* [online]". International Journal of Business and Management, vol. 6, no. 1. Disponibile su: < 105539/ijbm.v6n1p16> [Data di accesso 29/04/2025].

Akarca, Ali T. e Long, T.V., 1980. "*On the Relationship Between Energy and GNP: A Reexamination* [online]". The Journal of Energy and Development, vol. 5, no. 2, pp. 326–31. JSTOR, disponibile su: < http://www.jstor.org/stable/24806899>. [Data di accesso 15/04/2025].

Alcalà, F., Ciccone, A., 2004. "*Trade and productivity* [online]". Quarterly Journal of Economics vol. 119, pp. 613–646. JSTOR, disponibile su: < https://www.jstor.org/stable/25098695> [Data di accesso 28/04/2025].

Alfaro, L. et al., 2004. "*FDI and economic growth: the role of local financial markets* [online]". Journal of International Economics, vol. 64, issue 1, pp. 89-112. Elsevier, disponibile su: <https://doi.org/10.1016/S0022-1996(03)00081-3> Data di accesso 20/04/2025].

Alvarez-Herranz, A. et al., 2017. "*Energy Innovations-GHG Emissions Nexus: Fresh Empirical Evidence from OECD Countries*[online]". Energy Policy, vol. 101, pp. 90-100, Elsevier. Disponibile su:< https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.11.030> [Data di accesso 25/05/2025].

Antweiler, W., Copeland, B.R. e Taylor, M.S., 2001. "*Is free trade good for the environment?*[online]". American Economic Review, vol. 91, no. 4, pp. 877-908. JSTOR, Disponibile su:< https://www.jstor.org/stable/2677817> [Data di accesso 06/06/2025].

Apergis, N. e Payne, J.E., 2010. "*Renewable energy consumption and economic growth: Evidence from a panel of OECD countries* [online]". Energy Policy, vol. 38, issue 1, pp. 656-660. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.09.002> [Data di accesso 20/04/2025].

Arif, U., Arif, A. e Khan, F.N., 2021. "*Environmental impacts of FDI: evidence from heterogeneous panel methods*[online]". Environmental Science and Pollution Research,vol. 29, pp. 23639–23649. Disponibile su:https://doi.org/10.1007/s11356-021-17629-6 [Data di accesso 28/07/2025].

Armstrong, D. et al., 2022. "**.** *Exceeding 1.5°C global warming could trigger multiple climate tipping points*[online]". Science, vol. 377. Disponibile su:< 10.1126/science.abn7950> [Data di accesso 15/05/2025].

Arrow, K.J., 1962. "*The Economic Implications of Learning by Doing*[online]". The Review of Economic Studies, vol. 29, no. 3, pp. 155-173. JSTOR, Disponibile su:< https://doi.org/10.2307/2295952> [Data di accesso 17/05/2025].

Ayres, R.U., 1998. "*Eco-thermodynamics: economics and the second law*[online]". Ecological Economics, vol. 26, issue 2, pp. 189-209. Elsevier. Disponibile su:< https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00101-8> Data di accesso 10/06/2025].

Ayres, R.U., 1999. "*The second law, the fourth law, recycling and limits to growth*[online]". Ecological Economics, vol. 29, issue 3, pp. 473-483. Elsevier. Disponibile su: < https://doi.org/10.1016/S0921-8009(98)00098-6> [Data di accesso 10/06/2025].

Baek, J., Cho, Y. e Koo, W.W., 2009. "*The environmental consequences of globalization: A country-specific time-series analysis*[online]". Ecological Economics, vol. 68, issue 8-9, pp. 2255-2264, Elsevier. Disponibile su:< https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.02.021> [Data di accesso 28/05/2025].

Balasubramanyam, V.M., Salisu, M. e Sapsford, D., 1996. "*Foreign Direct Investment and Growth in EP and is Countries* [online]". The Economic Journal, vol. 106, no. 434, pp. 92-105. Oxford University Press, disponibile su: < https://www.jstor.org/stable/2234933> [Data di accesso 22/04/2025].

Balsalobre-Lorente, D. e Álvarez-Herranz, A., 2016. "*Economic growth and energy regulation in the environmental Kuznets curve*[online]". Environmental Science and Pollution Research, vol. 23, pp. 16478–16494. Disponibile su:https://doi.org/10.1007/s11356-016-6773-3 [data di accesso 22/05/2025].

Balsalobre-Lorente, D. et al., 2018. "*How economic growth, renewable electricity and natural resources contribute to CO_2 emissions?*[online]". Energy Policy, vol. 113, pp. 356-367. Disponibile su:< https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.10.050> [Data di accesso 22/05/2025].

Balsalobre, S.J.P., Veruras, C.L. e Lanchas, J.D., 2017. "*Measuring the Economic Complexity at the sub-national level using international and interregional trade* [online]". Nineteenth Annual Conference of European Trade Study Group, disponibile su: < https://www.etsg.org/ETSG2017/papers/perez_llano_complexity_2017.pdf> [Data di accesso 04/05/2025].

Bengoa, M. e Sanchez-Robles, B., 2003. "*Foreign direct investment, economic freedom and growth: new evidence from Latin America* [online]". European Journal of Political Economy, vol. 19, issue 3, pp.529-545. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/S0176-2680(03)00011-9> [Data di accesso 22/04/2025].

Borensztein, E., De Gregorio, B. e Lee, J-W., 1998. "*How does foreign direct investment affect economic growth* [online]?". Journasl of International Economics, vol. 45, issue 1, pp.115-135. Elsevier, disponibile su: <https://doi.org/10.1016/S0022-1996(97)00033-0> [Data di accesso 20/04/2025].

Breyer, C. et al., 2022. "*On the History and Future of 100% Renewable Energy Systems Research*[online]". IEEE Access, vol. 10, pp. 78176-78218. Disponibile su:< 10.1109/ACCESS.2022.3193402> [Data di accesso 09/06/2025].

Carkovic, Maria V. e Levine, R., 2002. "*Does Foreign Direct Investment Accelerate Economic Growth?* [online]".U of Minnesota Department of Finance Working Paper, disponibile su: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.314924> [Data di accesso 21/04/2025].

Carter, Anne P., 1974. "*Energy, Environment, and Economic Growth* [online]." The Bell Journal of Economics and Management Science, vol. 5, no. 2, pp. 578–92. JSTOR, disponibile su: https://doi.org/10.2307/3003121 [Data di accesso 15/04/2025].

Chang, R., Kaltani, L. e Loayza, N.V., 2009. "*Openness can be good for growth: The role of policy complementarities* [online]". Journal of Develompent economics, vol. 90, issue 1, pp. 33-49. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2008.06.011> [Data di accesso 27/04/2025].

Chavez, J.C., Mosqueda, M.T. e Gomez-Zaldivar, M., 2017. "*Economic complexity and regional growth performance: evidence from the Mexican economy* [online]". The Review of Regional Studies, vol. 47, pp. 201-219. Disponibile su: < https://rrs.scholasticahq.com/article/8023.pdf> [Data di accesso 05/05/2025].

Chiou-Wei, S-Z., Chen, C-F., e Zhu, Z., 2008. "*Economic growth and energy consumption revisited - Evidence from linear and nonlinear Granger causality* [online]". Energy Economics, vol. 30, issue 6, pp. 3063-3076. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/j.eneco.2008.02.002> [Data di accesso 16/04/2025].

Chontanawat, J., 2019. "*Relationship between energy consumption, CO2 emission and economic growth in ASEAN: Cointegration and causality model* [online]". Energy Reports, vol. 6, pp 660-665. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/j.egyr.2019.09.046> [Data di accesso 15/04/2025].

Cole, M.A., Elliot, R.J.R. e Fredriksson, P.G., 2006. "*Endogenous Pollution Havens: Does FDI Influence Environmental Regulations?*[online]". Scandinavian Journal of Economics, vol. 108, no. 1, pp. 157-178. Disponibile su:< https://doi.org/10.1111/j.1467-9442.2006.00439.x> [Data di accesso 24/05/2025].

Copeland, B.R. e Taylor, M.S., 1994. "*North–South trade and the environment*[online]". Quarterly Journal of Economics, vol. 109, no. 3, pp. 755–787, JSTOR. Disponibile su:< https://doi.org/10.2307/2118421> [Data di accesso 05/06/2025].

Copeland, B.R. e Taylor, M.S., 2004. "*Trade, Growth, and the Environment*[online]". Journal of Economic Literature, vol. 42, no. 1, pp. 7-71, JSTOR. Disponibile su:https://www.jstor.org/stable/3217036 [Data di accesso 22/05/2025].

Daly, H.E. e J. Farley. 2003. "*Ecological Economics: Principles and Applications*". Island Press. Washington, DC

Destek, M.A. e Sinha, A., 2020. "*Renewable, non-renewable energy consumption, economic growth, trade openness and ecological footprint: Evidence from organisation for economic Co-operation and development countries*[online]". Journal of Cleaner Production, vol. 242, 118537, Elsevier. Disponibile su:< https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118537>. [Data di accesso 08/05/2025].

Dinda, S., 2004. "*Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey*[online]". Ecologcal Economics, vol. 49, issue 4, pp. 431-455, Elsevier. Disponibile su:< https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.02.011> Data di accesso 27/05/2025].

Dogan, B., Balsalobre-Lorente, D. e Nasir, M.A., 2020. "*European commitment to COP21 and the role of energy consumption, FDI, trade and economic complexity in sustaining economic growth*[online]". Journal of Environmental Management, vol. 273, 111146. Elsevier. Disponibile su:< https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111146> [Data di accesso 05/04/2025].

Doytch, N. e Narayan, S., 2016. "*Does FDI influence renewable energy consumption? An analysis of sectoral FDI impact on renewable and non-renewable industrial energy consumption*[online]". Energy Economics, vol. 54, pp. 291-301, Elsevier. Disponibile su:< https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.12.010> [Data di accesso 24/05/2025].

Erol, U. e Yu, E.S.H., 1987. "*ON THE CAUSAL RELATIONSHIP BETWEEN ENERGY AND INCOME FOR INDUSTRIALIZED COUNTRIES* [online]". The Journal of Energy and Development, vol. 13, no. 1, pp. 113-122. JSTOR, disponibile su: < https://www.jstor.org/stable/24807616> [Data di accesso 17/04/2025].

Fang, Y., 2011. "*Economic welfare impacts from renewable energy consumption: The China experience* [online]". Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 15, issue 9, pp. 5120-5128. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.044> [Data di accesso 19/04/2025].

Ferrarini, B. e Scaramozzino, P., 2016. "*Production complexity, adaptability and economic growth* [online]". Structural Change and Economic Dynamics, vol. 37, pp. 52-61. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/j.strueco.2015.12.001>.

Findlay, R., 1978. "*Relative backwardness, direct foreign investment, and the transfer of technology: a simple dynamic model*[online]". Quarterly Journal of Economics, vol. 92, no. 1, pp. 1–16, JSTOR. Disponibile su:< https://doi.org/10.2307/1885996> [Data di accesso 25/05/2025].

Fisher-Vanden, K. et al., 2004. "*What is driving China's decline in energy intensity?*[online]". Resource and Energy Economics, vol. 26, issue 1, pp. 77-97, Elsevier. Disponibile su:< https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2003.07.002> [Data di accesso 25/05/2025].

Frankel, J.A. e Romer, D. 1999. "*Does Trade Cause Growth?* [online]". The American Economic Review, vol. 89, no. 3, pp. 379–99. JSTOR, disponibile su: http://www.jstor.org/stable/117025 [Data di accesso 25/04/2025].

Görig, M. e Breyer, C., 2016. "*Energy Learning Curves of PV Systems*[online]". Environmental Progress and Sustainable Energy, vol. 35, issue 3. Disponibile su:< https://doi.org/10.1002/ep.12340> [Data di accesso 09/07/2025].

Grossman, G.M. e Helpman, E., 1990. "*Comparative Advantage and Long-Run Growth* online]". The American Economic Review, vol. 80, no. 4, pp. 796-815. American Economic Association, disponibile su: <https://www.jstor.org/stable/2006708> [Data di accesso 24/04/2025].

Grossman, G.M. e Krueger, A.B., 1991. "*ENVIRONMENTAL IMPACTS OF A NORTH AMERICAN FREE TRADE AGREEMENT*[online]". National Bureau of Economic Research, Cambridge. Disponibile su:<https://www.nber.org/system/files/working_papers/w3914/w3914.pdf> [Data di accesso 20/05/2025].

Hansen, H. e Rand, J. (2006), "*On the causal links between FDI and growth in developing countries* [online]". The World Economy, Vol. 29 no. 1, pp. 21-41. Disponibile su: < https://www.researchgate.net/publication/4921094_On_the_Causal_Links_Between_FDI_and_Growth_in_Developing_Countries> [Data di accesso 22/04/2025].

Hausmann, R. et al., 2014. "*The Atlas of Economic Complexity: Mapping Paths to Prosperity* [online]". The MIT Press, disponibile su: < https://doi.org/10.7551/mitpress/9647.001.0001> [Data di accesso 03/05/2025].

Heckscher, E., 1919. "*The effect of foreign trade on the distribution of income*." Ekonomisk Tidskriff: 497–512. Tradotto come capitolo 13 in "American Economic Association, *Readings in the theory of international trade*". Philadelphia, Blakiston, 1949.

Herzer, D., 2012. "*How Does Foreign Direct Investment Really Affect Developing Countries' Growth?* [online]". Review of International Economics, vol. 2, issue 12, pp. 396-414. Disponibile su: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9396.2012.01029.x> [Data di accesso 21/04/2025].

Herzer, D., 2013. "*Cross-Country Heterogeneity and the Trade-Income Relationship* [online]". Word Development, vol. 44, pp. 194-211. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2012.09.014> [Data di accesso 28/0472025].

Hickel, J. e Kallis, G., (2019). "*Is Green Growth Possible?*[online]", New Political Economy, Disponibile su:<10.1080/13563467.2019.1598964> [Data di accesso 19/05/2025].

Hidalgo, C.A., 2021. "*Economic complexity theory and applications* [online]". Nature Review Physics 3, pp. 92-113. Disponibile su: < https://doi.org/10.1038/s42254-020-00275-1> [Data di accesso 04/05/2025].

Hidalgo, C.A. e Hausmann, R., 2009. "*The building blocks of economic complexity* [online]". Disponibile su: < https://doi.org/10.1073/pnas.0900943106> Data di accesso 02/05/2025].

Huchet, M., Le Mouël, C., Vijil, M., 2018. "*The relationship between trade openness and economic growth: Some new insights on the openness measurement issue* [online]". The World Economy, vol. 41, issue 1, pp.59-76. Disponibile su: < https://doi.org/10.1111/twec.12586> [Data di accesso 27/04/2025].

IEA, 2024. "*Renewables 2024*[online]". IEA, Paris. Disponibile su:< https://www.iea.org/reports/renewables-2024> [Data di accesso 06/06/2025].

Inglesi-Lotz, R., 2016. "*The impact of renewable energy consumption to economic growth: A panel data application* [online]". Energy economics, vol. 53, pp. 58-63. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.01.003> [Data di accesso 17/04/2025].

Intisar, R.A. et al., 2020. "*Impact of Trade Openness and Human Capital on Economic Growth: A Comparative Investigation of Asian Countries* [online]". Sustainability 2020, vol. 12, no. 7. Disponibile su: < https://doi.org/10.3390/su12072930> [Data di accesso 29/04/2025].

Irwin, D.A., Tervio, M., 2002. "*Does trade raise income? Evidence from the twentieth century* [online]". Journal of International Economics, vol. 58, issue 1, pp. 1–18. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/S0022-1996(01)00164-7> [Data di accesso 26/04/2025].

Jackson, T., 2009. "*Prosperity without growth: the transition to a sustainable economy*[online]". Sustainable Development Commision. Disponibile su:< https://research-repository.st-andrews.ac.uk/bitstream/handle/10023/2163/sdc-2009-pwg.pdf> [Data di accesso 18/05/2025].

Joo, B.A., Shawl, S. e Makina, D. 2022. "*The interaction between FDI, host country characteristics and economic growth? A new panel evidence from BRICS*", Journal of Economics and Development, vol. 24 No. 3, pp. 247-261. Emerald Publishing Limited, disponibile su: <https://doi.org/10.1108/JED-03-2021-0035> [Data di accesso 23/04/2025].

Karras, G., 2003. "*Trade openness and economic growth: can we estimate the precise effect?* [online]". Applied Econometrics and International Development, vol. 3, pp. 7–24. Disponibile su: < https://www.researchgate.net/publication/4801019_Trade_Openness_And_Economic_Growth_Can_We_Estimate_The_Precise_Effect> [Data di accesso 27/04/2025].

Kraft, J. e Kraft, A., 1978. "*On the Relationship Between Energy and GNP* [online]". The Journal of Energy and Development, vol. 3, no. 2, pp. 401–03. JSTOR, disponibile su: http://www.jstor.org/stable/24806805 [Data di accesso 15/04/2025].

Lee, C.C., 2005. "*Energy consumption and GDP in developing countries: A cointegrated panel analysis* [online]". Energy Economics, vol. 27, issue 3, pp. 415-427. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/j.eneco.2005.03.003> [data di accesso 15/04/2025].

Lee, C.C., Chang, C.P. e Chen, P.F., 2008. "*Energy-income causality in OECD countries revisited: The key role of capital stock* [online]". Energy Economics, vol. 30, issue 5, pp. 2359-2373. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/j.eneco.2008.01.005> [Data di accesso 15/04/2025].

Li, X. e Liu, X., 2005. "*Foreign Direct Investment and Economic Growth: An Increasingly Endogenous Relationship* [online]". Word Development, vol. 33, issue 3, pp. 393-407. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2004.11.001> [Data di accesso 21/04/2025].

Lin, B. e Moubarak, M., 2014. "*Renewable energy consumption – Economic growth nexus for China* [online]". Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 40, pp. 111-117. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.128> [Data di accesso 20/04/2025].

Mealy, P. e Teytelboym, A., 2022. "*Economic complexity and the green economy*[online]". Research Policy, vol. 51, issue 8, 103948. Elsevier. Disponibile su:< https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.103948> [Data di accesso 25/05/2025].

Menegaki, A.N., 2011. "*Growth and renewable energy in Europe: A random effect model with evidence for neutrality hypothesis* [online]". Energy Economics, vol. 33, issue 2, pp. 257-263. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.10.004> [Data di accesso 20/04/2025].

Mewes, L. e Broekel, T., 2022. "*Technological complexity and economic growth of regions* [online]". Research Policy, vol. 51, Issue 8. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.104156> [Data di accesso 06/05/2025].

Mielnik, O. e Goldemberg, J., 2002. "*Foreign direct investment and decoupling between energy and gross domestic product in developing countries*[online]". Energy Policy, vol. 30, pp. 87-89, Elsevier. Disponibile su:< https://doi.org/10.1016/S0301-4215(01)00080-5> [Data di accesso 22/05/2025].

Morgan, J., 2016. "*Paris COP 21: Power that Speaks the Truth?*[online]". Globalization, 13 (6), pp. 943-951. Disponibile su:<https://eprints.leedsbeckett.ac.uk/id/eprint/2668/ > [Data di accesso 13/05/2025].

Mutumba, G.S., et al., 2021. "*A survey of literature on energy consumption and economic growth* [online]". Energy Reports, vol. 7, pp. 9150-9239. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.10.107> [Data di accesso 13/04/2025].

Narayan, P.K. e Smyth, R., 2008. "*Energy consumption and real GDP in G7 countries: New evidence from panel cointegration with structural breaks* [online]". Energy Economics, vol. 30, issue 5, pp. 2331-2341.Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/j.eneco.2007.10.006> [Data di accesso 15/04/2025].

Ocal, O. e Aslan, A., 2013. "*Renewable energy consumption–economic growth nexus in Turkey*[online]". Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 28, pp. 494-499. Elsevier, disponibile su: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.036> [Data di accesso 20/04/2025].

Oh, W. e Lee, K., 2004. "*Energy consumption and economic growth in Korea: testing the causalty relation* [online]". Journal of Policy Modeling, vol. 26, no. 8-9, pp 973-981. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2004.06.003> [Data di accesso:15/04/2025].

Ohlin, B., 1933. "*Interregional and International Trade*". Cambridge University Press, Harvard.

Paramati, S.D, Mo, D. e Gupta, R., 2017. "*The effects of stock market growth and renewable energy use on CO_2 emissions: evidence from G20 countries*[online]". Energy Economics, vol. 66, pp. 360-371, Elsevier. Disponibile su:< https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.06.025> [Data di accesso 26/05/2025].

Polimeni, J.M., et al., 2008. "*The Jevons paradox and the myth of resource efficiency improvements*". London. Earthscan

Rodriguez, F. e Rodrik, D., 2001. "*Trade Policy and Economic Growth: A Skeptic's Guide to the Cross-National Evidence* [online]". NBER Macroeconomics Annual 2000, pp. 261-325. MIT Press, disponibile su: < https://doi.org/10.1086/654419> [Data di accesso 27/04/2025].

Romer, P., 1991 "*Endogenous Technological Change* [online]". Journal of Political Economy, vol. 98, no. 5, part 2, pp. S71-S102. JSTOR, disponibile su: < http://www.jstor.org/stable/2937632.> [Data di accesso 23/04/2025].

Romer, P. 1993. "*Idea gaps and object gaps in economic development* [online]". Journal of Monetary Economics, vol. 32, pp. 543-573. University of California, Berkley.

Romero, J.P. e Gramkow, C., 2021. "*Economic complexity and greenhouse gas emissions*[online]". Word Development, vol. 139, 105317. Elsevier. Disponibile su:< https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105317> [Data di accesso 25/05/2025].

Sadorsky, P., 2009. "*Renewable energy consumption and income in emerging economies* [online]". Energy Policy, vol. 37, issue 10, pp. 4021-4028. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.05.003> [Data di accesso 18/04/2025].

Sakyi, D., Villaverde, J. e Maza, A., 2015. "*Trade openness, income levels, and economic growth: The case of developing countries, 1970–2009* [online]". The Journal of International Trade & Economic Development, vol. 24, issue 6, pp. 860-882. Disponibile su: <https://doi.org/10.1080/09638199.2014.971422> [Data di accesso 29/04/2025].

Shabaz, M. et al., 2015. "*Does globalization impede environmental quality in India?*[online]". Ecological Indicators, vol. 52, pp. 379-393, Elsevier. Disponibile su:< https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.12.025> [Data di accesso 06/06/2025].

Shabaz, M. et al., 2019. "*The technical decomposition of carbon emissions and the concerns about FDI and trade openness effects in the United States*[online]". International Economics, vol. 159, pp. 56-73, Elsevier. Disponibile su:< https://doi.org/10.1016/j.inteco.2019.05.001> [Data di accesso 26/05/2025].

Shafiei, S., e Salim, R. A., (2014). "*Non-renewable and renewable energy consumption and CO2 emissions in OECD countries: A comparative analysis*[online]". Energy Policy, vol. 66, pp. 547–556, Elsevier. Disponibile su:< https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.10.064> [Data di accesso 20/05/2025].

Solow, R., 1956. "*A Contribution to the Theory of Economic Growth* [online]". The Quarterly Journal of Economics, vol. 70, no. 1, pp. 65-94. JSTOR, disponibile su: <https://doi.org/10.2307/1884513> [Data di accesso 20/04/2025].

Soytas, U. e Sari, R., 2003. "*Energy consumption and GDP: causality relationship in G-7 countries and emerging markets* [online]". Energy Economics, vol. 25, issue 1, pp. 33-37. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/S0140-9883(02)00009-9> [Data di accesso 16/04/2025].

Soytas, U., Sari, R., e Ewing, B.T., 2007. "*Energy consumption, income, and carbon emissions in the United States* [online]". Ecological Economics, vol. 62, issue 3-4, pp. 482-489. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.07.009> [Data di accesso 16/04/2025].

Stern, D.I., 1993. "*Energy and economic growth in the USA: A multivariate approach* [online]". Energy Economics, vol. 15, issue 2, pp. 137-150. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/0140-9883(93)90033-N> [Data di accesso 15/04/2025].

Stoykoski, V. e Ljupco, K., 2017. "*The Relationship Between Growth and Economic Complexity: Evidence from Southeastern and Central Europe* [online]". Disponibile su: < https://mpra.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/87432> [Data di accesso 04/05/2025].

Tabash, M.I., Mesagan, E.P. e Farooq, U, 2022. "*Dynamic linkage between natural resources, economic complexity, and economic growth: Empirical evidence from Africa* [online]". Resources Policy, vol. 78. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102865> [Data di accesso 04/04/2025].

Tacchella, A. et al., 2012. "*A New Metrics for Countries' Fitness and Products' Complexity* [online]". Scientific Report 2, art. n. 723. Disponibile su: < https://doi.org/10.1038/srep00723> [Data di accesso 04/05/2025].

Tacchella, A. et al., 2013. "*Economic complexity: Conceptual grounding of a new metrics for global competitiveness* [online]". Journal of Economic Dynamics and Control, vol. 37, Issue 8, pp. 1683-1691. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/j.jedc.2013.04.006> [Data di accesso 04/05/2025].

Tamazian, A., Chousa, J.P. e Vadlamannati, K.C., 2009. "*Does higher economic and financial development lead to environmental degradation: Evidence from BRIC countries* [online]". Energy Policy, vol. 37, issue 1, pp. 246-253, Elsevier. Disponibile su:< https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.08.025> [Data di accesso 24/05/2025].

UNFCCC, 2015. "*Adoption of the Paris Agreement and Annex: Paris Agreement*", Parigi/New York. United Nations Framework Convention on Climate Change, Draft 12 Dicembre.

UNFCCC, 2023. "*Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement*". UAE. United Nations Framework Convention on Climate Change, Draft 13 Dicembre.

United Nations Environment Programme, (2024). "*Emissions Gap Report 2024: No more hot air … please! With a massive gap between rhetoric and reality, countries draft new climate commitments*". Nairobi. Disponibile su:https://doi.org/10.59117/20.500. 11822/46404 [Data di accesso 18/05/2025].

van den Bergh, J.C.J.M., 2011. "*Environment versus growth — A criticism of "degrowth" and a plea for "a-growth"*[online]". Ecological Economics, vol.70, issue 15, pp.881-890. Elsevier. Disponibile su:< https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.09.035> [Data di accesso 09/06/2025].

Vogel, J. e Hickel, J., 2023. "*Is green growth happening? An empirical analysis of achieved versus Paris-compliant CO2–GDP decoupling in high-income countries*[online]". The Lancet Planetary Health, vol.7, Issue 9, pp. 759-769. Disponibile su:< https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196(23)00174-2/fulltext> [Data di accesso 18/05/2025].

Ward, JD. et al., 2016. "*Is Decoupling GDP Growth from Environmental Impact Possible?*[online]". PLoS ONE, 11(10). Disponibile su:< 10.1371/journal.pone.0164733> [Data di accesso 18/05/2025].

Word Bank, 2025. "*Indicator GDP (current US$) 1960-2023*[online]". World Bank. Disponibile su:< https://data360.worldbank.org/en/indicator/WB_WDI_NY_GDP_MKTP_CD?view=trend&average=global>. [Data di accesso 17/06/2025].

WMO, 2025. "*State of the Global Climate 2024*". WMO. Ginevra.

Yanikkaya, H., 2003. "*Trade openness and economic growth: a cross-country empirical investigation* [online]". Journal of Development Economics, vol. 72, issue 1, pp. 57-89. Elsevier, disponibile su: < https://doi.org/10.1016/S0304-3878(03)00068-3> [Data di accesso 26/04/2025].

Young, A., 1991. "*LEARNING BY DOING AND THE DYNAMIC EFFECTS OF INTERNATIONAL TRADE* [online]". The Quarterly Journal of Economics, vol. 106, no. 2, pp. 369–405. JSTOR, disponibile su: <https://doi.org/10.2307/2937942.> [Data di accesso 25/04/2025].

Zeren, F. e Ari, A., 2013. "*Trade Openness and Economic Growth: A Panel Causality Test* [online]". International Journal of Business and Social Science, vol. 4, no. 9. Disponibile su: <ijbssnet.com/journals/Vol_4_No_9_August_2013/32.pdf> [Data di accesso 29/04/2025]