



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED
AZIENDALI "M.FANNO"**

CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA

PROVA FINALE

**"SOSTENIBILITA' AMBIENTALE ED ENERGIE
RINNOVABILI: PROSPETTIVE DI SVILUPPO NAZIONALE"**

RELATORE:

CH.MA PROF.SSA GAMBAROTTO FRANCESCA

LAUREANDA: FRANCESCA MARTIGNAGO

MATRICOLA N. 1136026

ANNO ACCADEMICO 2018 – 2019

INDICE

INTRODUZIONE	5
CAPITOLO 1 – IL MERCATO DELL’ENERGIA	7
1.1. ACCENNO STORICO: COME HA INCISO LA CRISI PETROLIFERA DEGLI ANNI ’70	7
1.2. COME È CAMBIATO IL MERCATO DELL’ENERGIA ITALIANO DOPO LA LIBERALIZZAZIONE	9
CAPITOLO 2 – LA REGOLAMENTAZIONE CHE CREA IL MERCATO	14
2.1. SCENARIO EUROPEO	14
2.2. STRUMENTI DI INCENTIVAZIONE	17
2.3. CONTESTO NORMATIVO NAZIONALE	19
CAPITOLO 3 – QUALI VANTAGGI ECONOMICI DALLE ENERGIE RINNOVABILI?	22
3.1. LE TECNOLOGIE	23
3.2. I VANTAGGI DELLE ENERGIE RINNOVABILI	27
3.3. ANALISI ATTRAVERSO IL TEST DI CAUSALITA’ DI GRANGER	30
CAPITOLO 4 – LA TRANSIZIONE ENERGETICA IN VENETO	34
4.1. STATO DELL’ARTE E PROSPETTIVE	34
CONCLUSIONI	36
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	37

INTRODUZIONE

Le popolazioni in passato si sono sviluppate in stretto contatto con la natura, non sconvolgendo l'equilibrio uomo-natura da cui dipende la sopravvivenza del genere umano. Con l'avvento della rivoluzione industriale l'uomo si è allontanato da questa cultura considerando la Terra un pianeta dotato di risorse illimitate senza preoccuparsi della loro disponibilità per il futuro.

Nel 2019 il 29 luglio la Terra ha esaurito le risorse che dovevano bastare per l'intero anno. In questa data la domanda di acqua, cibo, fibre, legno e assorbimento di anidride carbonica supera le risorse biologiche che gli ecosistemi della Terra sono in grado di rinnovare in un anno: la cosiddetta "biocapacità globale". 30 anni fa questa data era nel mese di ottobre, 20 anni fa a fine settembre.

L'umanità sta utilizzando le risorse di 2 pianeti, 1,75 per l'esattezza.

Per l'Italia la situazione è ancora peggiore; per soddisfare i consumi degli italiani servirebbero risorse per 4,7 volte quelle che l'Italia genera ogni anno. Questo è il principale motivo per cui la sostenibilità oggi è il tema centrale per le future generazioni. Per la mia, il cambiamento climatico è la più grande sfida che deve affrontare.

Il bisogno crescente di energia non potrà essere soddisfatto ancora a lungo se non ci impegniamo nel sostituire le fonti che andranno ad esaurirsi, avendo come focus principale un'economia sempre più rispettosa dell'ambiente.

Partendo dallo scenario appena descritto ho voluto esaminare, in questo elaborato, quali vantaggi porterebbe la presenza preponderante di fonti di energia rinnovabile nel territorio italiano, rispetto alla situazione oggi presente, in cui il consumo di energia da FER¹ è pari al 18,3%.

Nel primo capitolo viene presentata l'evoluzione del mercato dell'energia, evidenziando due momenti storici molto rilevanti in questo settore. In primo luogo la crisi petrolifera degli anni '70, che segnò un momento di grave instabilità economica e politica e rese tutto il mondo più consapevole dell'importanza di vigilare sull'utilizzo dell'energia. Secondariamente, il cambiamento per produttori e consumatori dopo la liberalizzazione nel mercato energetico italiano avvenuta nel 1999.

¹ FER: Fonti di Energia Rinnovabile.

Nel secondo capitolo viene focalizzata l'attenzione sull'aspetto normativo del settore dell'energia, in quanto solo attraverso una struttura legislativa si può sviluppare un mercato competitivo. Inizialmente viene considerato lo scenario a livello europeo, passando, in seguito, ad evidenziare le strategie chiave presenti a livello italiano. Inoltre, sono state approfondite le metodologie di incentivazione delle energie rinnovabili che si sono diffuse negli ultimi anni.

Il terzo capitolo tratta il punto cruciale di questo elaborato, ovvero quali effettivi vantaggi il sistema economico italiano ricaverebbe da una transizione verso le energie rinnovabili. Nel primo paragrafo vengono descritte le diverse fonti rinnovabili, ne vengono descritti i meccanismi, le potenzialità e i prezzi di mercato. In seguito si analizza l'impatto economico, sociale e ambientale che la presenza prevalente di fonti pulite genererebbe e, infine, vengono riportati tre esempi che dimostrano gli effetti positivi delle FER. Questi tre casi sono stati sottoposti al test di causalità di Granger, il quale verifica la capacità di una serie storica di contribuire a prevedere i valori di un'altra serie.

Nell'ultimo capitolo viene riportato lo scenario della regione Veneto per ciò che riguarda le fonti di energia rinnovabili, lo stato dell'arte attuale e le prospettive che potrebbero portare questa regione a diventare 100% green.

CAPITOLO 1 - IL MERCATO DELL'ENERGIA

1.1. ACCENNO STORICO: COME HA INCISO LA CRISI PETROLIFERA DEGLI ANNI '70

Il mercato dell'energia negli anni ha subito numerosi cambiamenti. All'inizio del Novecento le fonti energetiche maggiormente utilizzate erano di origine fossile, più precisamente il carbone e il petrolio. Nel loro insieme le fonti non rinnovabili coprono oltre l'80% dei consumi mondiali di energia. Sono, per questo motivo, considerate risorse strategiche, il cui controllo ha condizionato e condiziona le vicende economiche e politiche del pianeta.

All'inizio del XX secolo la fonte energetica più utilizzata era il carbone, che, tuttavia, è stata sostituita in modo consistente dal petrolio in seguito al boom economico del dopoguerra. La crescita economica, l'aumento di reddito a disposizione e il conseguente aumento dei consumi provocò una sempre maggiore richiesta di energia. L'aumento di domanda e la scoperta di numerosi giacimenti di petrolio, soprattutto nell'area medio-orientale, permise al ristretto numero di grandi compagnie che controllavano il mercato, denominate le "sette sorelle", di procedere con un'intensa estrazione di petrolio permettendo una crescita dell'offerta per questa fonte energetica. Il prezzo del greggio era uno dei più bassi mai registrati nella storia, solamente 3 dollari a barile e i profitti delle imprese di questo mercato oligopolistico in forte crescita, visto l'aumento del consumo energetico di massa negli anni '60.

La situazione vide un punto di svolta nel decennio successivo, caratterizzato dalla crisi petrolifera del 1973. Già nell'anno precedente, nel 1972, i governi durante la prima conferenza indetta dall'ONU riguardo l'inquinamento e le risorse ambientali, a Stoccolma, cominciarono a focalizzarsi sull'importanza della questione energetica. Questa conferenza segnò l'inizio della cooperazione internazionale in politiche e strategie per la salvaguardia delle risorse energetiche e dell'ambiente.

La fase di crisi e squilibrio si verificò, tuttavia, nel 1973, allo scoppio della guerra dello Yom Kippur, la quarta guerra arabo-israeliana. Ebbe inizio il 6 ottobre del 1973 nel giorno più sacro del calendario ebraico, in cui i fedeli devono praticare digiuno e preghiera. Anche per i mussulmani quel giorno rientrava nel mese del Ramadam.

Egitto e Siria attaccarono Israele. I paesi arabi aderenti all'OPEC² supportarono lo sforzo militare di Egitto e Siria utilizzando l'arma del petrolio. Il 16 ottobre aumentarono il prezzo

² OPEC: Organization of the Petroleum Exporting Countries, fondata nel 1960.

del greggio da 3 a 5 dollari al barile e nel giro di un anno venne quadruplicato, fino a 11,5 dollari. Inoltre, questi stessi paesi arabi decretarono l'embargo verso i Paesi filoisraeliani, in particolare Stati Uniti e Olanda, riducendo progressivamente la produzione di greggio. Il conflitto terminò il 22 ottobre con l'intervento dell'ONU. I Paesi più industrializzati, che facevano ampio uso del petrolio, videro un periodo di stagflazione, caratterizzato dall'intreccio di stagnazione e inflazione, ovvero aumento dei prezzi e mancanza di crescita economica nel mercato dell'energia.

Questo momento storico ha segnato per sempre le economie mondiali che hanno conosciuto un periodo di crisi senza precedenti: ci fu la presa di coscienza internazionale della necessità di economizzare l'energia. Da questo momento varie situazioni di natura politica ed economica a livello internazionale hanno provocato l'oscillazione del prezzo del greggio. Dal 2001 tale quotazione è in continua ascesa in risposta ad una sempre maggior richiesta del cosiddetto "oro nero". Oggi il prezzo del petrolio grezzo è di circa 56 dollari al barile.

Quanto descritto ha spinto i Paesi industrializzati a riconsiderare altre fonti energetiche, in particolare le rinnovabili, la cui invenzione risaliva alla fine dell'Ottocento. Infatti, già nel 1878 sulla scena delle energie alternative si presentò il primo generatore solare perfettamente funzionante. Meno di 10 anni più tardi, nel 1987, venne costruita la prima turbina eolica per generare elettricità e nello stesso periodo nacque la prima centrale idroelettrica nel Wisconsin (Stati Uniti), che permetteva la produzione di energia elettrica. Quest'ultima fonte fu quella prevalentemente utilizzata fino al secondo dopoguerra, in quanto i costi erano convenienti e l'impianto di facile realizzazione.

Dopo la crisi petrolifera e il conseguente squilibrio sul mercato dell'energia, quindi, l'alternativa che meglio garantiva la sicurezza energetica e si allontanava dalla pericolosità generata dalle fonti fossili, era rappresentata dalle energie rinnovabili. Alla fine degli anni '70, infatti, le fonti di energia pulita tornarono ad essere considerate in modo consistente, in quanto non solo la crisi aveva creato instabilità riguardo i prezzi del petrolio, ma maggior consapevolezza rispetto all'esauribilità delle fonti fossili. Ciò permise di comprendere quanto fosse necessario affidarsi a delle tecnologie alternative.

Fattori quali il cambiamento climatico e le preoccupanti situazioni ambientali hanno contribuito a far sì che i mass media e i governi abbiano dato sempre più importanza alle rinnovabili. Per questo motivo attraverso la conferenza di Rio del 1992 e la stipula del Protocollo di Kyoto del 1997 si riportò attenzione sul problema.

Ciononostante non ci furono grandi investimenti in tecnologia nell'immediato. Si dovette attendere una decina d'anni per riscontrare uno sviluppo più concreto grazie alla strategia Europa 2020 e alla seconda Direttiva sulle rinnovabili del 2009 (Direttiva 2009/28/CE).

Gli anni intorno al 2010 hanno segnato una svolta perché caratterizzati da un aumento dell'attenzione rivolta alle rinnovabili, soprattutto energia solare ed eolica, grazie alle politiche incentivanti dei governi e alla determinazione di obiettivi ambiziosi da raggiungere. Nel frattempo, nello scenario delle energie rinnovabili, che fino a 20 anni fa era prevalentemente di composizione occidentale, si sono affacciati anche altri personaggi che velocemente si sono insediati nel settore. Evidente risulta la supremazia della Cina che nel 2010 diventò primo produttore di turbine eoliche, secondo i dati IEA (*International Energy Agency*), e nel 2015 primo produttore di fotovoltaico al mondo.

1.2. COME È CAMBIATO IL MERCATO DELL'ENERGIA ITALIANO DOPO LA LIBERALIZZAZIONE

Nel settore energetico italiano il punto di svolta verso la liberalizzazione fu nel 1999, quando fu emesso il decreto 79/99, conosciuta come Decreto Bersani.

Prima di questa data, il sistema elettrico nazionale era stato organizzato sotto forma di monopolio verticalmente integrato, controllato da un'unica società: l'ENEL³. Ad essa venne affidata la titolarità delle "attività di produzione, importazione ed esportazione, trasporto, trasmissione, distribuzione e vendita dell'energia elettrica sul territorio nazionale"⁴.

Le uniche eccezioni al monopolio erano rappresentate da alcune società municipalizzate che gestivano le reti elettriche cittadine e alcuni grandi gruppi industriali che autoproducevano energia elettrica per i propri consumi interni.

Dal 1963 al 1999 l'intera filiera dell'elettricità a livello nazionale era, quindi, gestita dall'ENEL, nella posizione di monopolista.

Le quattro fasi principali della *supply chain* (catena di distribuzione, Fig. 1) dell'elettricità sono:

1. Produzione: generazione di energia a partire da fonti presenti in natura.
2. Trasmissione e Dispacciamento: la trasmissione consiste nella consegna dell'energia prodotta nelle centrali ai distributori locali attraverso reti ad alta tensione; il dispacciamento è l'attività di gestione e monitoraggio della trasmissione affinché domanda e offerta siano in equilibrio nel sistema elettrico nazionale, ricordando che l'elettricità non è immagazzinabile.
3. Distribuzione: trasformazione dell'energia ad alta tensione in energia a bassa tensione e consegna agli utenti finali tramite reti a bassa tensione.
4. Vendita al consumatore finale: viene misurato il livello di elettricità utilizzata attraverso contatori intelligenti.

³ ENEL: Ente Nazionale per l'Energia Elettrica.

⁴ Lazzarin R., 2005, La rivoluzione elettrica, Palermo, collana Aicarr, p.11

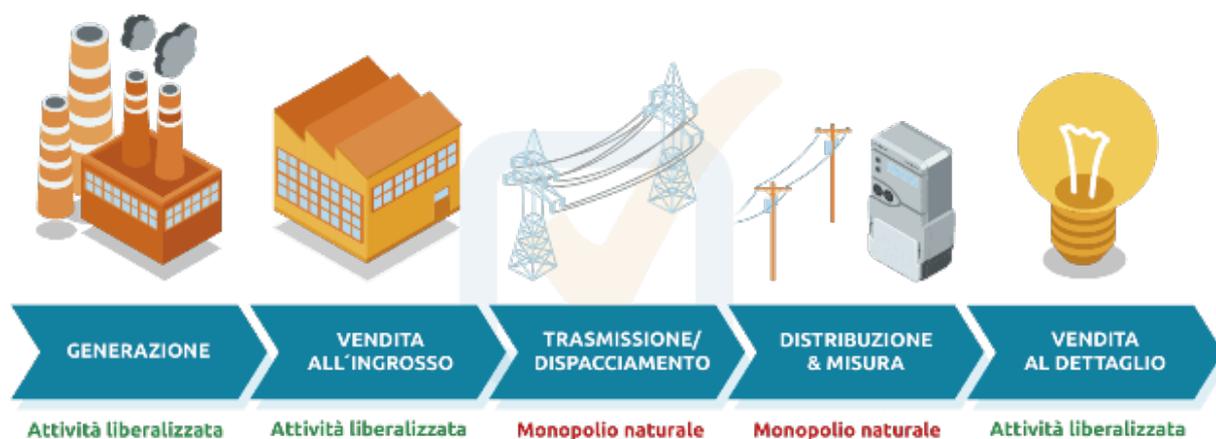


Figura 1. Supply chain dell'energia elettrica. (Fonte: Luceegas.it)

Le attività di trasmissione e distribuzione sono gestite da monopoli naturali⁵, e quindi devono operare all'interno di un quadro altamente regolamentato; le fasi di produzione e di offerta al dettaglio, invece, sono potenzialmente aperte alla libera concorrenza.

Negli anni Novanta, infatti, il sentimento di cambiamento è stato mosso da una spinta europea, che in quel periodo promuoveva il libero scambio energetico, e dalla necessità di rinnovamento di un sistema ormai obsoleto. Queste prerogative portarono al già citato Decreto Bersani.

Quest'ultimo generò un profondo cambiamento all'interno del mercato energetico; il regime di separazione giuridica tra l'attività di gestione e le attività di produzione e vendita di energia elettrica consentì ai privati di realizzare nuove centrali.

I tre obiettivi principali di questo decreto furono: l'apertura del mercato, la terzietà delle reti e la riorganizzazione dell'ENEL, la quale fu suddivisa in tre società distinte per generazione (Enel Produzione), trasmissione (Terna) e distribuzione (E-Distribuzione) dell'energia.

Il Decreto Bersani non provocò un cambiamento immediato, infatti solo attraverso le direttive del 2003 e 2006, rispettivamente il secondo e terzo "Pacchetto Energia", si generò un'effettiva modifica in grado di avviare la piena liberalizzazione della vendita al dettaglio a partire dal 2007.

⁵ Monopolio naturale: configurazione industriale in cui il numero ottimale di imprese presenti sul mercato è uno.

Il mercato, passando da un assetto monopolistico a uno di concorrenza tra più imprese, vide un mutamento sotto diversi aspetti: la capacità installata aumentò e le fonti energetiche utilizzate si diversificarono, oltre a permettere al consumatore di compiere una scelta più consapevole e dettata dalla possibilità di selezionare il fornitore di energia più conveniente.

L'idea alla base dell'intero processo di transizione energetica, infatti, che ha avuto inizio con la liberalizzazione del mercato dell'energia, ha sempre cercato di porre al centro il consumatore. A questo proposito iniziale, tuttavia, i fatti hanno dimostrato come la strategia, derivante dal Decreto Bersani, si sia rivelata inefficace per famiglie e piccole/medie imprese. Il prezzo delle tariffe elettriche, infatti, aumentò del 15/20% rispetto a quanto veniva pagato nel mercato "tutelato".

Sono stati riscontrati, tuttavia, dei benefici nel breve periodo. Innanzitutto, la qualità del servizio elettrico è migliorata, le interruzioni di fornitura si sono notevolmente ridotte e tra Nord e Sud Italia è stata implementata la connessione.

La generazione di energia, che inizialmente non ha ricevuto investimenti adeguati a causa dell'incertezza del cambiamento in atto, è stata, in seguito, tecnologicamente migliorata permettendo una riduzione dei costi di produzione e miglior efficienza.

È stata istituita la Borsa elettrica, strumento che permette l'acquisto all'ingrosso di energia da parte di un unico soggetto che, successivamente, opera attraverso la vendita al dettaglio.

Questo mercato fisico permetteva transazioni più trasparenti e regolamentate.

Il Decreto Bersani dopo l'effettiva applicazione nel 2007, ha dimostrato dei limiti importanti, soprattutto nei riguardi dei consumatori e delle piccole e medie imprese.

Solamente le grandi industrie hanno tratto un vantaggio rilevante dal libero mercato, in quanto grazie al loro forte potere contrattuale e all'immediato accesso loro permesso, hanno ottenuto prezzi convenienti e inferiori rispetto al mercato monopolistico precedente.

Le famiglie e le piccole e medie imprese, invece, hanno dovuto attendere maggiori regolamentazioni dal soggetto legislativo prima di ottenere l'accesso al mercato libero.

Durante questo periodo un numero di imprese maggiori si sono affacciate al mercato dell'energia, ognuna delle quali, almeno inizialmente aveva alti costi da sostenere per la generazione di energia interna al Paese. I prezzi dell'energia al dettaglio, perciò, aumentarono.

Questa situazione disilluse i consumatori, in quanto dal mercato concorrenziale speravano di ottenere prezzi più vantaggiosi.

Dopo cinque anni, nel 2012, solo il 25% dei clienti domestici acquistava energia sul mercato libero, dimostrando che la maggioranza reputava il mercato “tutelato” preferibile.

L’Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) nel Rapporto stilato al 2018, ha evidenziato che, tuttavia, negli ultimi anni c’è stato un progressivo spostamento dei clienti domestici sul mercato libero, con una percentuale del 43,2%.

In questo quadro in evoluzione dal punto di vista del mercato di vendita dell’energia ai diversi consumatori finali è necessario mettere in luce quanto si stia simultaneamente sviluppando anche la questione della generazione dell’energia. Il Protocollo di Kyoto, di cui si parlerà successivamente, ha segnato un punto di svolta a livello globale nell’ambito ambientale ed energetico.

Il mix di produzione di energia in Italia è stato modificato profondamente negli ultimi vent’anni, a causa delle problematiche ambientali e climatiche che si sono presentate in tutto il pianeta. La produzione di energia, ad oggi ancora prevalentemente generata da fonti fossili, non è più efficiente, in quanto lo stato di allarme su cui verte l’intero sistema ambientale è molto preoccupante. Le emissioni di biossido di carbonio sono uno dei fattori da ridurre in maniera sostanziale per arrestare il riscaldamento globale, che sta causando sempre più problematiche all’ambiente e alla società.

Le imprese produttrici di energia, quindi, si sono trovate a dover investire nella produzione di energia da fonti alternative, in particolare da fonti pulite. L’attore pubblico ha istituito una serie di strumenti di incentivazione per le energie rinnovabili, attraverso meccanismi quali i certificati verdi e il conto energia. Questi metodi di promozione delle fonti green saranno valutati nel secondo capitolo di questo elaborato in modo più approfondito.

In conclusione, per rispondere alla domanda iniziale, il mercato dopo la liberalizzazione ha dimostrato risultati deludenti. L’ex dirigente Enel, Ennio Fano, si è espresso affermando che il libero mercato ha innalzato il prezzo delle bollette per l’energia elettrica per i consumatori, raggiungendo valori tra i più alti d’Europa. Inoltre a livello di occupazione la liberalizzazione accompagnata dalla privatizzazione ha comportato che il valore dell’Enel si sia dimezzato e che i posti di lavoro nel settore elettrico siano passati da 140.000 a 60.000.

Il mercato dell’energia dimostra, quindi, delle difficoltà nel passaggio alla libera concorrenza di mercato, dal momento che Enel detiene ancora la quota di mercato prevalente, però, negli ultimi anni dei miglioramenti sono avvenuti, permettendo al consumatore scelte più consapevoli.

CAPITOLO 2 – LA REGOLAMENTAZIONE CHE CREA IL MERCATO

L'aspetto giuridico è fondamentale in ogni sistema economico. Solo attraverso la presenza di un'accurata regolamentazione una società riesce a svilupparsi e a creare una struttura in grado di intervenire sui rapporti tra soggetti giuridici. Per ogni rapporto, sia questo di natura privata, commerciale o pubblica, è importante la presenza di una normativa che determini quando un atto sia da ritenersi legale, quindi lecito o illegale. Solo con la presenza di tali vincoli si predispone l'area in cui può realmente svilupparsi un mercato. Per tale motivazione dare rilevanza all'aspetto giuridico risulta necessario. Senza una struttura di leggi la produzione e lo scambio di beni o servizi non sarebbe adeguatamente tutelato e controllato, non permettendo lo sviluppo economico del sistema.

In questo elaborato, il mercato in evidenza è quello delle energie rinnovabili. Inizialmente, si è dato maggior rilievo a come le fonti di energia pulita siano state regolamentate su scala europea, passando, successivamente, ad un'analisi a livello italiano, in quanto la maggior parte delle strategie intraprese sul suolo nazionale derivano da direttive dell'Unione Europea.

2.1. SCENARIO EUROPEO

La Comunità Europea è attiva da tempo sulle iniziative a favore dell'introduzione e lo sviluppo delle fonti di energia rinnovabili (FER). Già dal 1991 e 1992, partecipando ai negoziati per la Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, essa dimostrò il proprio interesse verso questa problematica. Il trattato che venne stipulato, si proponeva di ridurre i gas serra emessi nell'atmosfera sulla base dell'ipotesi del riscaldamento globale; tuttavia, questo non era legalmente vincolante poiché non determinava un limite preciso alle emissioni.

Un evento nello specifico ha generato un punto di svolta in tema ambientale ed energetico: il protocollo di Kyoto del 1997, firmato da tutti i paesi industrializzati del mondo. In aggiunta a questo, in Europa, nello stesso anno fu pubblicato il Libro bianco sulle fonti di energia rinnovabile, in cui l'UE si è posta l'obiettivo di soddisfare entro il 2010 il 12% delle esigenze di consumo di energia e il 22% delle esigenze di consumo di elettricità a partire da fonti rinnovabili, con obiettivi indicativi per ciascuno Stato membro stabiliti nella direttiva 2001/77/CE. I progressi non furono soddisfacenti, tanto da dover adottare un quadro

legislativo più completo.

Per raggiungere questi obiettivi sono stati individuati strumenti di *policy* diversi. Da un lato, vi sono i tradizionali sistemi basati sul prezzo (*feed-in model*), tuttora maggioritari nei paesi dell'Unione europea, nei quali all'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili viene garantito un prezzo minimo, generalmente differenziato per tecnologia. Da un altro lato, vi sono i sistemi basati sulle quantità, tra cui i meccanismi di asta competitiva e il più recente sistema dei Certificati Verdi, che negli ultimi anni ha avuto un successo crescente non solo in Europa.

Al momento la direttiva che l'Unione Europea è vincolata a rispettare è la seconda Direttiva sulla promozione delle energie rinnovabili del 2009, il pacchetto 20-20-20, il quale ha stabilito che una quota obbligatoria del 20% del consumo energetico dell'UE debba provenire dalle energie rinnovabili. Inoltre, gli Stati membri sono tenuti a derivare il 10% dei loro carburanti utilizzati per i trasporti da FER entro il 2020 e a ridurre del 20% le emissioni di CO₂. Questi goals, inoltre, sono in linea con gli impegni presi a Parigi negli Accordi di COP21 nel 2015. La direttiva ha altresì stabilito i requisiti relativi ai diversi meccanismi che gli Stati membri possono applicare per raggiungere i propri obiettivi (regimi di sostegno, garanzie di origine, progetti comuni, cooperazione tra Stati membri e paesi terzi), nonché criteri di sostenibilità per i biocarburanti.

Oltre a identificare gli obiettivi comunitari, la direttiva specifica obiettivi nazionali in materia di energia rinnovabile per ciascun paese, tenendo conto della situazione di partenza e del potenziale complessivo riguardante le fonti energetiche rinnovabili. Inoltre, per implementare il Pacchetto 20-20-20 è previsto un costante monitoraggio dei traguardi ottenuti in modo da sviluppare piani sempre più adeguati. Ogni Paese è chiamato a redigere un Piano d'Azione per il raggiungimento degli obiettivi che gli sono stati preposti. Lasciando libertà nella scelta della strategia da implementare, la Direttiva, infatti, pone grande interesse sulla valorizzazione dei contesti locali, come punto di partenza per migliorare la situazione ambientale, sociale ed economica.

Per quanto riguarda il Piano d'Azione redatto dal Ministero dello sviluppo economico l'Italia dovrà tagliare il 13% di emissioni di CO₂ nei settori non inclusi nel sistema di scambio di emissioni (Ets) e dovrà aumentare del 17% i consumi da fonti rinnovabili entro il 2020, rispetto ai livelli del 2005. L'Italia ha raggiunto in anticipo gli obiettivi europei - con una penetrazione di rinnovabili del 17,5% sui consumi complessivi al 2015 rispetto al target del

2020 di 17% - e sono stati compiuti importanti progressi tecnologici che offrono nuove possibilità di conciliare contenimento dei prezzi dell'energia e sostenibilità.

Sulla scia del precedente pacchetto l'UE si è posta ulteriori obiettivi a lungo termine in modo da riuscire ad arrestare i problemi ambientali e di riscaldamento climatico che sono i quesiti che destano maggior incertezza in questo periodo storico. Nell'ottobre del 2014 ha approvato il quadro per il clima e l'energia che andrà ad interessare il periodo che va dal 2021 al 2030. Il programma prevede il raggiungimento di ulteriori traguardi in termini di riduzione di emissioni di gas serra di un ammontare minimo del 40% e di un aumento al 27% sia per la quota di energia consumata proveniente da fonti rinnovabili sia per l'efficienza energetica.

In linea con quanto descritto, in una prospettiva a 30 anni, l'UE ha fissato ulteriori obiettivi a lungo termine, ovvero di ricavare entro il 2050 oltre il 50% dell'energia impiegata per la produzione di elettricità, nonché nell'industria, nei trasporti e a livello domestico da fonti rinnovabili, mantenendo l'aumento di temperatura terrestre al di sotto dei 2° e riducendo le emissioni ad oltre l'80% rispetto ai livelli iniziali del 1990. Questa direttiva non si sostituisce con i singoli Piani d'Azione Nazionali, ma permette agli Stati di seguire un percorso comune preventivo, in modo da definire i propri piani strategici in modo più efficace.

Queste direttive hanno lo scopo ben preciso di promuovere una svolta repentina nello scenario ambientale e sociale attuale. Questi cambiamenti se non immediati determineranno un costo di 100 miliardi di dollari l'anno derivante dall'adattamento ai cambiamenti climatici. A questo ammontare si aggiunge il costo di 4 miliardi di dollari all'anno per l'assistenza sanitaria causato dall'inquinamento atmosferico. Si stima che per la transizione completa l'Unione Europea dovrà investire 270 miliardi, cifra pari all'1,5% del PIL all'anno nei prossimi quattro decenni.

Oltre al punto di vista economico si deve considerare anche una valutazione sugli effetti per la salute delle persone e sul mondo del lavoro. Si calcola che aumentando del 30% la produttività delle risorse rinnovabili entro il 2030 si creerebbero due milioni di posti di lavoro in Europa. Tuttavia, questa previsione si basa su alcuni assunti fondamentali che dovrebbero realizzarsi. Nello specifico risultano necessari un adattamento rapido alla transizione energetica della forza lavoro, l'eliminazione delle barriere agli investimenti e il mantenimento della capacità industriale in determinati settori, ad esempio i trasporti.

Il settore che contribuirà maggiormente al cambiamento economico, ambientale, sociale dell'Unione Europea sarà, tuttavia, quello energetico. Lo sviluppo di sufficiente energia da

fonti rinnovabili sarebbe potenzialmente in grado di diminuire del tutto le emissioni di CO₂. Inoltre, entro il 2050 l'energia elettrica potrebbe presumibilmente sostituire i combustibili fossili nel settore dei trasporti e in quello residenziale rivoluzionando, così, l'economia e la società mondiale in modo positivo.

2.2. STRUMENTI DI INCENTIVAZIONE

Alle Direttive e agli obiettivi che i diversi Paesi si sono preposti di raggiungere a livello teorico hanno avuto seguito azioni pratiche, quali l'incentivazione delle fonti energetiche attraverso le seguenti forme:

- Feed-in premium (“Conto energia”)
- Feed-in tariff (“tariffa omnicomprensiva”)
- Certificati Verdi (meccanismo delle “quote”)

L'incentivo *feed-in premium* consiste in un contributo finanziario per kWh di energia prodotta per un certo periodo di tempo (fino a 20 anni), variabile a seconda della dimensione o tipologia di impianto e fino a un tetto massimo di MWh di potenza complessiva generata da tutti gli impianti o a un tetto massimo di somma incentivabile. Il “Conto Energia” è stato introdotto in Italia con la Direttiva comunitaria 2001/77/CE per l'installazione di fotovoltaico permanentemente connesso alla rete elettrica (*grid connected*).

Con questa modalità, perciò, il soggetto responsabile dell'impianto fotovoltaico riceve una somma dell'incentivo più il valore dell'energia immessa in rete.

La “tariffa omnicomprensiva” è un meccanismo che permette l'incentivazione delle energie rinnovabili attraverso contratti di lungo termine per i produttori di energia, tipicamente basati sul costo di generazione di ogni tecnologia. La tariffa si applica su tutta l'energia prodotta e immessa in rete; inoltre, differisce in base alla localizzazione, alla misura e alla tecnologia della fonte. Tipicamente ha una durata di 15 anni e viene riconosciuta a tutti gli impianti IAFR (Impianti Alimentati a Fonti Rinnovabili), con potenza nominale non inferiore a 1 kWh e non superiore a 1 MWh.

A differenza del *feed-in premium*, però, l'energia viene venduta alla rete con un'unica tariffa agevolata, includendo in sé la componente incentivante e la componente di valorizzazione dell'energia elettrica immessa in rete.

È lo strumento maggiormente diffuso a livello europeo tra quelli citati.

I certificati verdi (CV) sono una forma di incentivazione di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Con il decreto della direttiva 96/92/CE si stabilisce “che i produttori possano richiedere i certificati verdi per i primi otto anni dall’inizio dell’attività di impianti entranti in servizio dopo l’aprile del 1999 (o dal loro potenziamento, rifacimento o riattivazione). I certificati verdi permettono alle imprese che producono energia da fonti convenzionali (petrolio, carbone, metano, ecc) di rispettare la legge che obbliga ogni produttore o importatore di energia a usare fonti rinnovabili” per il 3,05%; questa caratteristica consiste nel valore incentivante della manovra.

Il risultato di questa politica è la creazione di un mercato in cui alcuni possono vendere l’energia con maggiori margini di profitto rispetto ad altri, in modo da incentivare, almeno in teoria, modi di produzione dell’energia che dovrebbero ridurre la quantità di gas-serra (anidride carbonica ed altri). Lo scopo è di utilizzare i meccanismi del libero mercato per incentivare determinati processi produttivi dell’energia, evitando un intervento diretto dello Stato.

L’incentivazione, se diventa eccessiva, però, può provocare delle distorsioni. Infatti, le politiche incentivanti devono essere sempre calibrate in base alle diverse energie rinnovabili. Il caso più emblematico è rappresentato dall’energia eolica; in questo esempio garantire dei margini di profitto più alti comporta direttamente l’ampliamento delle aree del territorio nazionale dove è conveniente installare un impianto eolico. L’incentivazione deve quindi essere bilanciata sulla base del territorio in cui sviluppare questo settore, della produzione desiderata e dei costi che si vogliono sostenere, in modo da evitare conseguenze indesiderabili, quali la degradazione di territori o paesaggi che va ad intaccare il settore culturale e turistico.

2.3. CONTESTO NORMATIVO NAZIONALE

L’Italia, in ottemperanza delle Direttive Europee, ha attivato una serie di strumenti volti alla sostenibilità ambientale e per tale ragione si è ritenuto fondamentale descrivere i piani che maggiormente hanno influito sulla domanda e sul consumo di energia: il Piano d’Azione Nazionale (PAN) e la Strategia Energetica Nazionale.

Il Ministero dello Sviluppo Economico nel giugno 2010, ha istituito un Piano d’Azione costituito dai seguenti obiettivi strategici: sicurezza dell’approvvigionamento energetico, riduzione dei costi dell’energia per le imprese e i cittadini, promozione di filiere tecnologiche innovative, tutela ambientale (riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti) e quindi, in

definitiva, sviluppo sostenibile. L'obiettivo primario, descritto nel PAN per l'Italia, era quindi di approfondire uno straordinario impegno per l'incremento dell'efficienza energetica e la riduzione dei consumi di energia. Gli strumenti operativi sono molteplici: promozione della cogenerazione diffusa, misure volte a favorire l'autoproduzione di energia per le piccole e medie imprese, rafforzamento del meccanismo dei titoli di efficienza energetica, promozione di nuova edilizia a rilevante risparmio energetico e riqualificazione energetica degli edifici esistenti, incentivi per l'offerta di servizi energetici, promozione di prodotti nuovi altamente efficienti.

Tutti questi obiettivi e misure confluiscono nella *Strategia energetica nazionale*, redatta nel 2017, dal Ministero dello Sviluppo Economico e il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Lo scopo del piano decennale è di indirizzare e programmare la politica nazionale energetica. La SEN2017 è il risultato di un processo articolato e condiviso durato un anno che ha coinvolto, sin dalla fase istruttoria, gli organismi pubblici operanti sull'energia, gli operatori delle reti di trasporto di elettricità e gas e qualificati esperti del settore energetico. La strategia si pone l'obiettivo di rendere il sistema energetico nazionale più:

- competitivo, continuando a ridurre il gap di prezzo e di costo dell'energia rispetto all'Europa, in un contesto di prezzi internazionali crescenti.
- sostenibile, raggiungendo in modo sostenibile gli obiettivi ambientali e di decarbonizzazione definiti a livello europeo.
- sicuro, rafforzando l'indipendenza italiana.

Il raggiungimento degli obiettivi presuppone alcune condizioni necessarie, le quali innescano azioni trasversali che permettono la semplificazione e razionalizzazione della regolamentazione per la realizzazione di infrastrutture e di impianti necessari alla transizione energetica. Inoltre, grazie all'evoluzione tecnologica è possibile cogliere opportunità di efficienza e produrre energia da rinnovabili a costi sostenibili. Un altro miglioramento deriva dalla maggiore tutela del paesaggio, in quanto grazie all'uso di aree dismesse, capannoni e tetti c'è un maggior potenziale residuo sfruttabile. Infine, gli effetti sociali e occupazionali ne risentono, dato che l'efficienza energetica e la sostituzione delle fonti fossili genera un bilancio netto positivo.

La Strategia energetica nazionale diventa impulso per l'attivazione di importanti investimenti, incrementando lo scenario tendenziale con investimenti complessivi aggiuntivi di 175 miliardi al 2030, così ripartiti:

- 30 miliardi per reti e infrastrutture gas e elettrico
- 35 miliardi per fonti rinnovabili
- 110 miliardi per l'efficienza energetica

In tal modo, oltre l'80% è diretto ad incrementare la sostenibilità del sistema energetico.

La necessità di rivedere le politiche di approvvigionamento energetico deriva da un lato dall'esigenza di continuare a sostenere la crescita e la domanda di energia da fonti rinnovabili, in quanto non soggette ad esaurimento e i cui costi non possano aumentare man mano che la materia prima comincia a scarseggiare; dall'altro lato, per contrastare gli effetti irreversibili causati dalle fonti energetiche inquinanti, direttamente responsabili degli insostenibili livelli di emissioni che provocano il riscaldamento climatico.

Prendendo in considerazione la situazione dell'Italia, si può notare che essa vanta un buon posizionamento per ciò che riguarda le rinnovabili nel contesto europeo. Nel 2015, raggiunse la quota prevista del 17% dalla direttiva europea 2009/28/CE, anche detta "pacchetto 20-20-20". Ciononostante, la situazione italiana sul fronte energetico generale presenta ancora alcune difficoltà e freni alla totale transizione verso le energie pulite. Il Paese, ad oggi, è ancora altamente dipendente dai combustibili fossili, in particolare petrolio e gas. Questo problema non riguarda solo la componente ambientale, date le maggiori emissioni di CO₂ nell'aria e il cambiamento repentino del clima, ma anche i fattori economici e di sicurezza. L'Italia importa il 78,3% del fabbisogno di energia dall'estero, generando un grave disavanzo nella bilancia dei pagamenti nel settore energetico. Sebbene la situazione sia caratterizzata da quest'alto livello di dipendenza, il governo italiano ha stanziato 14 miliardi di sussidi pubblici alle fonti fossili, come stimato dall'OCSE nel 2018. Inoltre, Snam, la Società Nazionale Metanodotti, ha contribuito all'azione contro le rinnovabili attraverso i 4,7 miliardi di finanziamenti per infrastrutture.

"L'industria dei combustibili fossili ha ingaggiato una battaglia violenta contro le rinnovabili a basso costo" sostiene Burck, uno degli autori del Rapporto "*Climate Transparency*"⁶. Inoltre ritiene: "La vecchia economia è ben organizzata ed esercita un'enorme pressione di lobby sui governi per ottenere il denaro dei contribuenti."

Da questo commento si deduce quanto l'incentivazione delle fonti rinnovabili sia necessaria poiché in campo elettrico sono presenti ancora alcuni limiti alla totale transizione rispetto alle

⁶ Osservatorio internazionale composto da centri di ricerca e ONG che ha lo scopo di aiutare la crescita dei paesi in via di sviluppo in seguito all'Accordo di Parigi del 2015.

fonti tradizionali. In una prospettiva futura tali meccanismi svaniranno grazie alla maturazione tecnologica e alla crescita dei prezzi delle fonti fossili.

CAPITOLO 3 – QUALI VANTAGGI ECONOMICI DALLE ENERGIE RINNOVABILI?

Il problema climatico, in questo periodo storico, risulta tra le questioni principali che l'intero pianeta si trova ad affrontare. Le emissioni di gas serra bloccano la fuoriuscita di calore nello spazio, provocando il surriscaldamento globale. L'aumento di temperatura sempre più veloce genera gravi danni a livello ambientale, economico e sociale. Il graduale scioglimento dei ghiacciai sta determinando l'innalzamento del livello del mare, la dispersione di batteri che, fino a qualche anno fa, erano congelati e la conseguente diffusione di malattie. Inoltre, il repentino aumento della temperatura sta generando fenomeni meteorologici estremi, quali maggiore siccità, aumento di incendi e di inondazioni. Le risorse sono limitate e l'uomo deve imparare a gestirle in modo più efficiente.

Nel 2019 il 29 luglio la Terra ha esaurito le risorse che dovevano bastare per l'intero anno. In questa data la domanda di acqua, cibo, fibre, legno e assorbimento di anidride carbonica ha superato le risorse biologiche che gli ecosistemi della Terra sono in grado di rinnovare in un anno.

Il settore energetico è fortemente responsabile di questo cambiamento, in quanto l'energia è utilizzata in molteplici ambiti da ognuno di noi: per il riscaldamento, l'illuminazione, i trasporti, l'agricoltura, l'industria.

Il bisogno crescente di energia non potrà essere soddisfatto ancora a lungo se non ci impegniamo nel sostituire le fonti che andranno ad esaurirsi, avendo come focus principale un'economia sempre più rispettosa dell'ambiente.

Per questi motivi è fondamentale mettere in luce come una transizione energetica maggiormente incentivata potrebbe arrestare le emissioni di anidride carbonica nell'atmosfera e genererebbe un benessere distribuito a livello ambientale, sociale ed economico.

In questo capitolo si andrà ad evidenziare come la produzione di energia derivante prevalentemente da fonti pulite e rinnovabili, in Italia, porterebbe vantaggi su diversi aspetti della società. Inizialmente, sono descritte quali tecnologie oggi sono presenti sul mercato, i loro prezzi e le loro potenzialità. Successivamente, l'elaborato tratterà il punto cruciale analizzando le motivazioni per cui la transizione energetica andrebbe incentivata. Principale rilievo sarà demandato alle seguenti questioni: la sicurezza energetica, l'occupazione, il prezzo dell'energia, la problematica ambientale e il nuovo ruolo che il consumatore potrebbe assumere.

In seguito, saranno riportati tre esempi in cui, attraverso un test econometrico, il test di causalità di Granger, sarà provata l'effettiva relazione significativa e positiva tra energie rinnovabili e crescita economica.

3.1. LE TECNOLOGIE

Innanzitutto si definisce “energia rinnovabile” un’energia “che per sua caratteristica intrinseca si rigenera e non è esauribile, il cui utilizzo non pregiudica le risorse naturali per le generazioni future”⁷. Possiamo, infatti, considerare fonti di energia rinnovabile: il sole, il vento, l’acqua, le biomasse, i biocombustibili, il moto ondoso e le maree. Queste tipologie presentano caratteristiche differenti sia dal punto di vista economico sia dal punto di vista della tecnologia impiegata. Alcune sono variabili, ossia producono energia non continua ma prevedibile, come ad esempio le maree, altre invece sono intermittenti, come l’eolico, che in assenza di vento interrompe la produzione di energia.

In questo periodo, tuttavia, sono due le energie protagoniste della transizione energetica: solare ed eolico.

Solare - L’energia solare rappresenta la rinnovabile che negli ultimi cinque anni è cresciuta più velocemente rispetto a tutte le altre. Esistono differenti tecnologie solari; quelle principali si dividono in solare fotovoltaico (PV, derivante da photovoltaic) e concentrazione solare (CSP, dall’inglese Concentrated Solar Power). La prima è quella maggiormente diffusa e principalmente installata, è formata da una serie di pannelli solari che producono direttamente energia a partire dalla luce solare. La seconda, invece, presenta una serie di specchi che riflettono la luce solare verso una piccola area (spesso una torre solare), dove l’energia accumulata alimenta un motore termico, ad esempio una turbina a vapore, generando così elettricità.

A livello di costi le differenze sono significative. Prendendo in considerazione l’indicatore LCOE, *Levelized Cost of Energy*, ovvero il costo medio di produzione dell’energia (considerando la generazione, la costruzione dell’impianti, l’acquisto dei combustibili) si nota come il PV thin film presenti un prezzo da 42 a 52 euro al MWh; il CSP con torre solare può variare da 108 a 168 euro secondo la società finanziaria americana Lazard. Questa differenza è dovuta sia alla minore diffusione del secondo sia a caratteristiche tecnologiche specifiche. Il CSP presenta una resa drasticamente inferiore in assenza di luce, al contrario del PV che

⁷ Enciclopedia Treccani.

genera energia tramite luce diffusa, quindi anche in presenza di nubi. Si generano differenze di costo, inoltre, tra generazione *on-grid* e *off-grid*, la prima connessa alla rete, la seconda scollegata dalla rete principale e fa riferimento principalmente ai pannelli solari PV che vengono installati per uso domestico oppure in piccole centrali collegate alla rete locale. L'alternativa *off-grid* è generalmente più costosa di quella *on-grid* di due o tre volte. Una terza tecnologia deriva dall'utilizzo del solare termico, che sfrutta lo stesso principio del CSP per riscaldare acqua in ambienti, principalmente per uso abitativo. Nonostante il potenziale di questa terza opzione gli investimenti nel 2016 rispetto all'anno precedente sono diminuiti da 22 a 16 miliardi di dollari per la mancanza di adeguati strumenti di promozione. Inoltre, questa tecnologia non riesce ad entrare nel mercato a causa della presenza dei combustibili fossili, molto più convenienti e redditizi.

Eolico - La produzione di energia eolica proviene dalla rotazione di una pala che, collegata ad una turbina azionata dal vento, produce così elettricità. Esistono diverse tecnologie eoliche, divise principalmente in turbina ad asse verticale e turbine ad asse orizzontale. La resa delle prime, però, è nettamente inferiore rispetto alle seconde e questo ne riduce l'utilizzo.

L'eolico presenta costi paragonabili a quelli del solare PV con un prezzo stimato da Lazard che varia da 28 a 55 euro al MWh.

La distinzione più rilevante è quella tra eolico "*onshore*" e "*offshore*", nel primo caso le pale vengono posizionate a terra, nel secondo caso quest'ultime vengono inserite in grandi corpi d'acqua, tipicamente lungo le coste. L'*offshore* è solitamente più costoso rispetto all'*onshore* per motivi di installazione delle pale e di connessione alla rete elettrica; ma presenta dei vantaggi in termini di generazione di elettricità e di impatto sul paesaggio.

In linea generale, tuttavia, l'eolico ha costi leggermente inferiori rispetto al solare, ma presenta maggiori difficoltà di installazione e manutenzione, motivo per cui nelle soluzioni *off-grid* e *mini-grid*⁸ non trova ampia diffusione quanto il fotovoltaico.

Idroelettrico - Il metodo di produzione di energia idroelettrica si basa sull'energia potenziale, creata dal dislivello di un corso d'acqua che viene trasformata in energia cinetica azionando delle turbine. La modalità più diffusa di generazione consiste nella creazione di una diga e del conseguente invaso; l'acqua scorrendo attraverso un canale della diga, vicino al quale è

⁸ Piccole centrali collegate ad una rete locale.

situata una centrale idroelettrica, defluisce nelle turbine producendo energia. Un'altra modalità è quella del *run-of-the-river*, che consiste nell'inserimento di una turbina lungo il flusso d'acqua. Il successo dell'idroelettrico è dovuto a diversi fattori. Le centrali idroelettriche hanno grandi capacità di produzione, hanno una vita molto estesa, possono essere inserite in dighe pianificate per altri scopi, ad esempio per la gestione delle acque, e, inoltre, presentano una grande flessibilità dovuta allo *start-up time* molto basso.

Questa tecnologia presenta costi vantaggiosi. LCOE medio per l'idroelettrico secondo l'IRENA (*International Renewable Energy Agency*) è di 46 euro al MWh. Sebbene sia la fonte più diffusa ed economica al momento presenta delle limitazioni soprattutto per quanto riguarda la valutazione ambientale e idrogeologico e la spesa per la costruzione della diga stessa.

In linea generale, questa fonte rinnovabile sta acquisendo sempre più diffusione per sistemi più piccoli e il *run-of-the-river* rispetto al suo utilizzo per grandi opere ed infrastrutture con un alto impatto sul territorio.

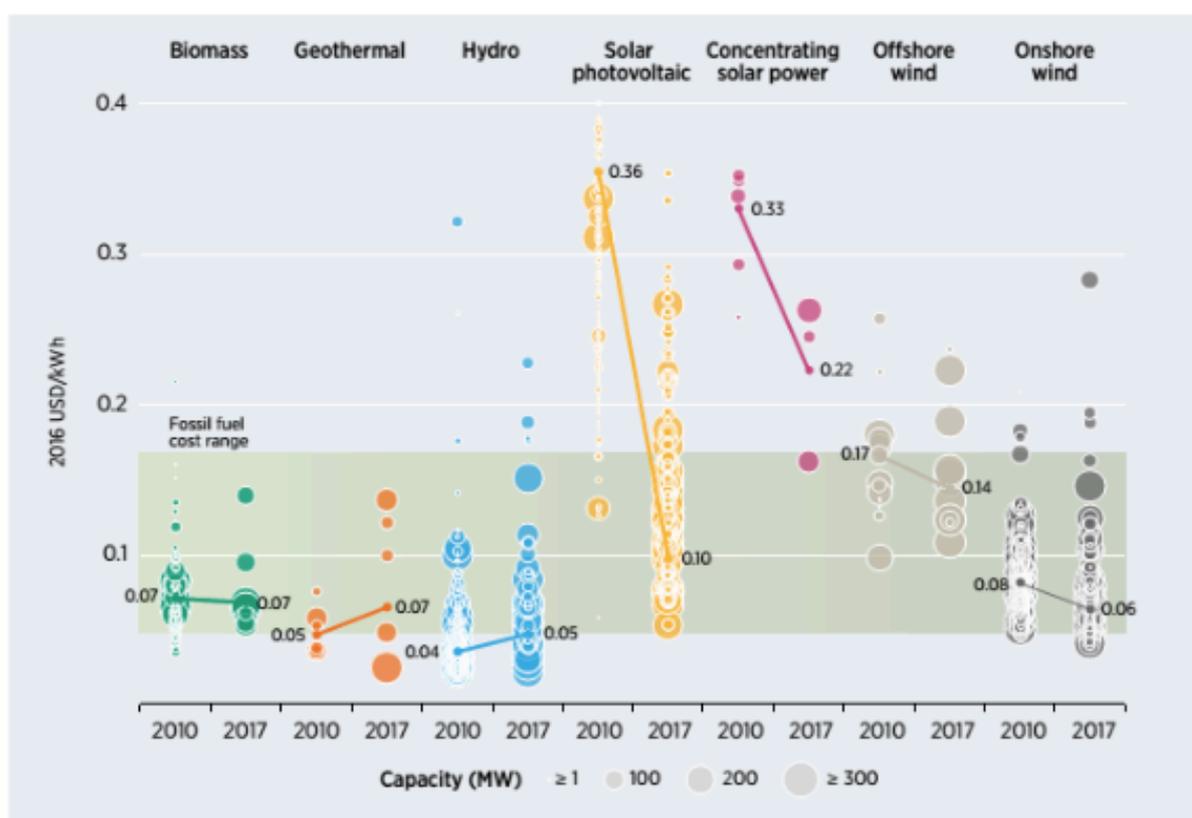
Bioenergie - Questa fonte di energia rinnovabile si distingue in biocombustibili e biomasse. Esse comprendono un'ampia gamma di combustibili potenzialmente rinnovabili, dai rifiuti fino agli scarti della produzione agricola. A differenza di solare ed eolico producono, però, emissioni di CO₂, anche se in misura molto inferiore rispetto a quelle dei combustibili tradizionali. Le biomasse più diffuse sono carbone e legname. Sebbene rappresentino i tre quarti della generazione rinnovabile nel suo insieme, generano gravi danni sull'ambiente per motivi di salute e deforestazione.

Geotermico - Le centrali geotermiche sfruttano il calore della terra sia per generare direttamente elettricità sia per produrre calore. Questa modalità di generazioni di energia presenta oltre a costi relativamente bassi - secondo Lazard l'LCOE al 2017 oscillava tra i 76 e i 100 euro al MWh - anche il vantaggio di una produzione continua senza intermittenza e senza emissione di CO₂ nell'aria. L'unico svantaggio della produzione di energia geotermica risiede nella necessità di uno specifico posizionamento geografico delle centrali geotermiche, per esempio vicino a zone vulcaniche o lungo le faglie, data l'esigenza di temperature medio alte per il suo funzionamento.

Moto ondoso e maree - Queste due tecnologie consistono nello sfruttamento di energie mareomotrici, generate dal movimento dell'acqua. Recentemente sono migliorati gli impianti utilizzati, galleggianti sulla superficie dell'acqua nel caso del moto ondoso e posizionati sul

fondo del mare per quanto riguarda lo sfruttamento delle correnti provocate dalle maree. Queste fonti di energia rinnovabile, tuttavia, essendo ancora ad uno stato embrionale non presentano uno standard univoco perciò i costi risultano estremamente alti (l'IRENA stimava nel 2014 un LCOE di 200-570 euro per MWh per il moto ondoso e 225-425 per le maree). I costi aumentano a causa dell'assenza di una tecnologia ben strutturata che comporta l'assenza di un'industria per la produzione di componenti specifici, che così sono costosi e di difficile reperibilità.

Questa rinnovabile presenta un alto potenziale di sfruttamento, non solo utilizzata singolarmente, ma anche in un'ottica di uso combinato con le altre.



Source: IRENA Renewable Cost Database.

Note: The diameter of the circle represents the size of the project, with its centre the value for the cost of each project on the Y axis. The thick lines are the global weighted average LCOE value for plants commissioned in each year. Real weighted average cost of capital is 7.5% for OECD countries and China and 10% for the rest of the world. The band represents the fossil fuel-fired power generation cost range.

Figura 2. LCOE delle FER nel periodo 2010-2017 (Fonte: IRENA)

In Italia, secondo il rapporto GSE⁹, per il 2018, considerando i consumi finali lordi di energia elettrica la quota proveniente da fonti rinnovabili si presenta pari al 18,3%, un valore in crescita rispetto al dato rilevato l'anno precedente (17,4%) e superiore al target assegnato all'Italia dalla Direttiva 2009/28/CE per il 2020 (17%).

Nel territorio italiano le tecnologie rinnovabili più diffuse sono principalmente il solare con una percentuale del 51% e l'idroelettrico con il 40%. In aumento l'eolico con il 18% e un 2% è riservato al geotermico.

3.2. I VANTAGGI DELLE ENERGIE RINNOVABILI

In questo paragrafo andrò ad analizzare quali vantaggi genererebbe la prevalente produzione di energia da fonti rinnovabili, rispetto alle fonti fossili in Italia. Non è possibile svolgere un'ipotetica analisi valutando la totale transizione, poiché il paese non ha le potenzialità necessarie per compiere un radicale mutamento; tuttavia, è possibile una maggiore incentivazione delle energie pulite, fino a renderle la fonte principale di energia. Nel mio elaborato è quest'ultima opzione quella presa in considerazione, in quanto oggi è necessario agire in questa direzione, cercando un modo efficace per salvaguardare l'ambiente.

Innanzitutto, il Paese, con una prevalenza di energia derivante da fonti rinnovabili, garantirebbe maggior sicurezza energetica alle imprese e ai cittadini, diretti fruitori quotidiani di energia. Questo è un aspetto molto rilevante nel territorio italiano, in quanto vengono importate alte quantità di fonti fossili annualmente. Nel 2018 l'import di elettricità dall'estero risulta essere pari al 78,6%. Questa dipendenza energetica genera una spesa molto elevata allo Stato che, vista la natura limitata della risorsa, andrà sempre più crescendo. Il prezzo dell'energia da fonte fossile aumenterà, rendendo il costo maggiore non solo per il paese, ma anche per i consumatori finali. Oggi il livello di sicurezza energetica non è adeguatamente rispettato, infatti, l'alto grado di dipendenza presuppone una forte subordinazione dai Paesi fornitori di petrolio e gas, che hanno il potenziale potere di creare instabilità all'interno del territorio nazionale. Per questo motivo produrre maggiore energia da fonti rinnovabili sarebbe vantaggioso; il Paese dipenderebbe in misura minore dalle importazioni e riuscirebbe a creare un sistema interno quasi autosufficiente.

La diffusione delle energie rinnovabili, inoltre, creerebbe numerosi posti di lavoro. In questo momento in Italia sono circa 82 mila gli occupati nel settore del risparmio energetico e delle

⁹ Gestore Servizi Elettrici, società controllata dal Ministero dell'Economia e della Finanza.

fonti rinnovabili, un valore che secondo le stime riportate nel Libro Bianco “Per lo sviluppo efficiente delle fonti rinnovabili al 2030” aumenterà ad oltre 1 milione di occupati nel settore. Maggiore occupazione significa maggior reddito alle famiglie e, di conseguenza, maggiori consumi da parte degli individui, il che comporterebbe crescita economica.

A livello ambientale, le energie rinnovabili stanno diventando fondamentali. Come già espresso precedentemente, le emissioni di anidride carbonica stanno provocando l’innalzamento della temperatura terrestre. La produzione di energia da fonti fossili, soprattutto in alcuni settori, come quello dei trasporti, non può sussistere ancora a lungo, in quanto dannosa per l’umanità. Infatti se non si procede con una sostituzione delle fonti di energia, passando a quelle alternative, si verificheranno sempre più disastri atmosferici e i problemi a livello sanitario aumenteranno. Se questo accadesse, lo Stato dovrà stanziare ingenti fondi per limitare questo fenomeno. Per queste motivazioni sarebbe auspicabile praticare un cambio di rotta già nell’immediato. Le energie rinnovabili non emettono gas serra e ad oggi sono l’unica alternativa in ambito energetico ai combustibili fossili.

Il prezzo dell’energia, nel breve periodo, non cambierebbe sostanzialmente per i consumatori finali. Infatti le aziende del settore dovendo costruire o trasformare le infrastrutture per la generazione di energia rinnovabile, non praticerebbero un taglio dei costi in tempi rapidi. Malgrado ciò, la notizia positiva risulta analizzando i prezzi nel lungo periodo. Vista la natura di tali energie, una volta consolidato il sistema un abbattimento dei costi sarebbe prevedibile, in quanto le aziende produttrici non dovranno acquistare nessuna materia prima, ma solamente trasformarla e distribuirla. Si stima un risparmio di oltre 600 milioni di euro nel 2050 se si applica una transizione energetica completa, mantenendo l’assunto che i prezzi dell’energia non varino.

Un’altra eventualità da considerare riguarda il paradigma tra produttore e consumatore (Fig. 3). Innanzitutto si verificherebbe un cambiamento radicale per le imprese di distribuzione, in quanto la rete di trasmissione nazionale, solitamente utilizzata dai grandi distributori, dovrebbe essere trasformata in media-bassa tensione e convogliata ai consumatori finali dai distributori. La nuova facoltà che otterrebbero i produttori-consumatori (i cosiddetti “prosumer”) di immettere in rete e vendere al mercato l’energia elettrica prodotta localmente (ad esempio sul tetto di casa) che eccede le necessità di autoconsumo del piccolo produttore richiederebbe l’adeguamento delle reti. In tal modo il consumatore sarà in grado di autoprodurre l’energia a lui necessaria e, eventualmente, di venderla sul mercato.

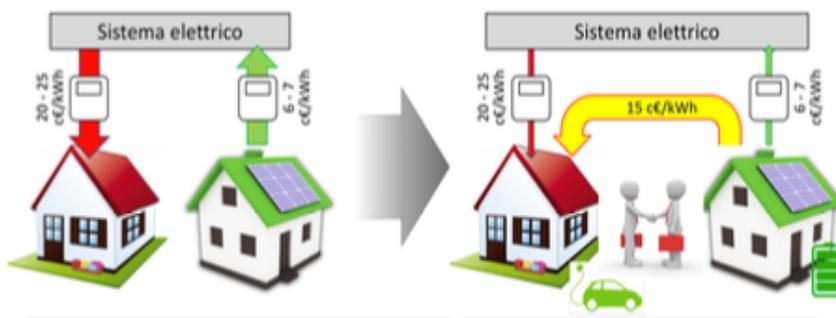


Figura 3. Sistemi di trasferimento dell'energia prodotta da fonti rinnovabili. (Fonte: QualEnergia.it)

A livello teorico sono questi i vantaggi principali che una preponderanza di energie rinnovabili genererebbero nel Paese. Questi cambiamenti sono fattibili, solo se ottengono adeguati investimenti, sia dal settore pubblico, sia da quello privato. È chiaro che chi per primo troverà soluzioni efficaci per la copertura dei bisogni energetici senza ricorrere ai combustibili fossili assumerà un vantaggio tecnologico ed economico importante, non solo a livello nazionale, ma anche a livello europeo.

L'attore pubblico è l'unico soggetto capace di intervenire in questo ambito. Attraverso finanziamenti ed incentivi potrebbe creare una domanda pubblica di energie rinnovabili per spingere la transizione energetica. I *policy-makers* hanno la possibilità di gestire questo problema attraverso azioni dirette e attuando dei cambiamenti, che darebbero inizio ad un processo più radicale, volto non solo a modificare l'assetto energetico del Paese, ma dapprima a cambiare la mentalità delle persone, per compiere scelte più consapevoli, in quanto la transizione è una soluzione centrale, non marginale al problema ambientale.

Alcuni non credono sia fattibile questo cambiamento, tuttavia, ci sono diversi comuni italiani che hanno compiuto una totale transizione e, ad oggi, sono 100% rinnovabili. Essi sono in grado di produrre più energia elettrica e termica di quella consumata dalle famiglie residenti. Sono 41 e sono localizzati principalmente in Trentino Alto Adige, in Valle d'Aosta e qualche realtà nel territorio toscano. Risulta ovvio che queste regioni presentano specifiche caratteristiche che rendono ottimale la presenza delle energie rinnovabili, tuttavia, risultano d'esempio per le altre zone non ancora propriamente sviluppate.

3.3. ANALISI ATTRAVERSO IL TEST DI CAUSALITA' DI GRANGER

Dopo aver analizzato quali vantaggi deriverebbero dalla sostituzione delle fonti di energia, da una prevalenza fossile a rinnovabili, ho deciso di apportare un'ulteriore prova dell'efficienza che tali tecnologie potrebbero generare sul territorio italiano. Attraverso tre esempi di test di causalità di Granger, il quale verifica la capacità di una serie storica di contribuire a prevedere i valori di un'altra serie storica, andrò a provare che le energie rinnovabili portano ad effetti positivi a livello economico nel lungo periodo.

Il test di causalità di Granger esamina se i ritardi di un regressore abbiano un utile potere predittivo, aggiuntivo rispetto a quelli degli altri regressori del modello. Se X causa Y, nel senso di Granger, allora X può essere considerato un predittore per Y date altre variabili nella regressione.

Questo test risulta rilevante in quanto mette in relazione le variabili determinandone un rapporto di causa-effetto.

Nel primo esempio si valuta come le fonti fossili generino un decremento del Pil reale; nel secondo caso si verifica come le energie rinnovabili sono effettivamente relazionate alla crescita economica e nel terzo esempio si misura l'impatto a livello regionale delle fonti green.

Questi tre casi riportati a sostegno della mia tesi sono solo una prova dell'efficienza ed dell'efficacia delle energie rinnovabili.

Il primo esempio, tratto dal documento "*Granger non-causality tests between (non)renewable energy consumption and output in Italy since 1861: The (ir)relevant of structural breaks*", riguarda un serie di dati annuali dal 1861 al 2000 in Italia, che prendono in considerazione quattro variabili: il Pil misurato ai prezzi del 1911, il consumo di energia non rinnovabile e due misure del consumo di energia rinnovabile. La prima misurazione (RE1) riguarda la potenza di idroelettrico, geotermico, solare ed eolico (il 96% di questa variabile è formato dall'idroelettrico); mentre, la seconda misurazione (RE2) include, oltre alle componenti della prima, le tradizionali fonti di energia, ovvero l'acqua, il vento, il carbone. Sebbene gli anni considerati inglobino periodi storici molto differenti, la caratteristica che si vuole evidenziare è come le fonti fossili, nella loro era di maggior sviluppo presentino, tuttavia, una relazione negativa con il Pil reale. (Fig. 4)

Granger non-causality tests (Toda and Yamamoto approach).

From	To	Modified Wald statistics	p-Values	Sum of lagged coefficients	Causality
Non-renewable energy	Real GDP	10.78	0.00	0.05	NRE → GDP
Real GDP	Non-renewable energy	6.48	0.04	-0.76	GDP → NRE
Renewable energy 1	Real GDP	0.33	0.84	0.02	None
Real GDP	Renewable energy 1	4.72	0.09	0.17	None
Renewable energy 2	Real GDP	19.18	0.00	-0.38	RE2 → GDP
Real GDP	Renewable energy 2	0.20	0.90	0.04	None

Notes: 1. Modified Wald chi-square statistics are displayed.

2. We adopted a seemingly unrelated regressions model after Rambaldi and Doran (1996).

3. For a definition of non-renewable energy, renewable energy 1 and renewable energy 2 see Fig. 1.

Figura 4. Test di causalità di Granger tra fonti non rinnovabili e Pil, tra fonti rinnovabili (RE1) e Pil, tra fonti tradizionali e rinnovabili (RE2) e Pil. (Fonte: Andrea Vaona, 2012, *Granger non-causality tests between (non)renewable energy consumption and output in Italy since 1861: The (ir)relevant of structural breaks*)

Attraverso il test di Granger si è giunti alla conclusione che sussiste una relazione di causalità negativa tra la seconda misurazione RE2 e il Pil del Paese, ovvero il consumo di energia da fonti tradizionali genera una decrescita economica, in quanto il Pil reale si riduce.

Da tale conclusione, tuttavia, non si può dedurre direttamente che le energie rinnovabili generino effetti positivi o crescita economica, in quanto sono molteplici i test da effettuare per ritenere corretta tale deduzione. Ciononostante valutare che le fonti fossili siano svantaggiose è un buon punto d'inizio.

Il secondo esempio è estratto dal documento “*Nuclear energy, renewable energy, CO₂ emissions and economic growth for nine developed countries: Evidence from panel Granger causality test*”, il quale riassume i risultati riscontrati da numerosi ricercatori che, attraverso il test di causalità di Granger, hanno condotto diverse prove utilizzando come area di verifica Paesi più o meno industrializzati per comprendere la relazione tra energia nucleare, energie rinnovabili, emissioni di anidride carbonica e crescita economica.

I contributi che maggiormente si allineano alla tesi di questo elaborato verificano la relazione di causalità tra le energie rinnovabili e la crescita sul piano economico.

The VECM Granger causality analysis.

Dependent variables	Short run						Long run
	D(GDP)	D(K)	D(L)	D(NEC)	D(REC)	CO ₂	ECM _{t-1}
D(GDP)	–	2.395582 (0.3019)	4.132011 (0.1267)	0.655503 (0.7205)	1.515776 (0.4687)	0.648058 (0.7232)	-0.351683* [-2.75879]
D(K)	0.425055 (0.8085)	–	15.99586* (0.0003)	0.382987 (0.8257)	0.542293 (0.7625)	12.40990* (0.0020)	-0.002268* [-3.63072]
D(L)	2.358487 (0.3075)	60.76038* (0.0000)	–	3.817273 (0.1483)	0.801898 (0.6697)	0.474039 (0.7890)	-1.61E-05 [-0.43643]
D(NEC)	1.719782 (0.4232)	0.549590 (0.7597)	13.25463* (0.0013)	–	1.636908 (0.4411)	2.160265 (0.3396)	-0.002624 [-0.79132]
D(REC)	10.53086* (0.0052)	0.461554 (0.7939)	0.201789 (0.9040)	0.203469 (0.9033)	–	1.011407 (0.6031)	-0.000217* [-2.65732]
CO ₂	1.298267 0.5225	9.251823* 0.0098	9.502559* 0.0086	2.052287 (0.3584)	0.046075 0.9772	-	-0.050034* [-3.95692]

Notes: ECT represents the coefficient of the error correction term. * indicates that the parameter estimates are significant at the 1% level.

Figura 5. Test di causalità di Granger. La prima colonna mostra l'effetto del Pil sulle altre variabili, la seconda colonna mostra l'effetto del capitale, la terza presenta l'impatto del lavoro sulle altre variabili. La quarta investiga l'effetto del consumo delle energie rinnovabili sulle altre variabili. La quinta e la sesta colonna

mostrano l'effetto del consumo delle energie rinnovabili e delle emissioni di CO₂ sulle altre variabili. L'ultima colonna mostra la relazione di lungo termine tra le variabili. (Fonte: Kais Saidi, Mounir Ben Mbarek, 2016, Nuclear energy, renewable energy, CO₂ emissions, and economic growth for nine developed countries: Evidence from panel Granger causality tests)

Il test, rappresentato in figura 5, ha permesso di riscontrare che nel breve periodo non sussiste alcuna relazione di causalità tra il consumo di energie rinnovabili e la crescita del Pil; a differenza, invece, di ciò che si verifica nel lungo periodo, in cui si riscontra una relazione di causalità bidirezionale significativa tra le due variabili. Inoltre, il consumo di energia pulita è correlato all'aumento di capitale e occupazione; anche le emissioni di anidride carbonica presentano una relazione unidirezionale per cui all'aumentare delle energie rinnovabili esse diminuiscono.

Il terzo esempio preso in considerazione riguarda l'impatto positivo delle energie rinnovabili nell'economia a livello regionale in Italia.

Il focus sulle regioni, in questa analisi, è fondamentale per due ragioni principali. Innanzitutto dalla normativa a livello nazionale si sviluppano i piani a livello regionale, definiti dalle proprie strategie con l'obiettivo di promuovere scelte più consapevoli e raggiungere risultati di efficienza energetica.

Secondariamente perché la promozione della produzione e il consumo dell'energia sostenibile è collegato alla politica regionale europea.

Nel caso specifico dell'Italia, le regioni del Sud, tradizionalmente caratterizzato da problemi di sviluppo, ricevono significativi fondi pubblici strutturali.

Più in generale, la natura duale nell'economia italiana, a causa delle differenze tra Isole e Sud rispetto al Nord e al Centro, rende più chiara la comprensione del meccanismo messo in atto, ovvero se le energie rinnovabili effettivamente aiutano a colmare il divario economico regionale.

Inoltre, verificando gli effetti positivi delle energie rinnovabili a livello regionale si può concludere come i vantaggi economici si delineino anche a livello nazionale, portando ad una crescita economica effettiva.

Il dataset copre un periodo dal 1997 al 2007 per le 20 regioni italiane. È stata adottata una struttura che come variabili include il Pil reale ai prezzi del 2000, la formazione di capitale, la media di lavoratori in migliaia e la generazione netta di energia rinnovabili ottenuta dalla somma della produzione dalle fonti pulite: idroelettrico, fotovoltaico, vento e geotermico. (Natalia Magnani, Andrea Vaona, 2013, Regional spillover effects of renewable energy generation in Italy)

Panel A: DOLS estimates

$$Y = 2.96 + 0.02RE + 0.27K + 0.76L$$

(18.58)^a (2.37)^b (4.24)^a (12.94)^a

Notes: *t*-Statistics are reported in parentheses. Significance at the 1% level is denoted by "a" and at the 5% level by "b". As result of specification testing based on *t*-statistics, the model includes two leads, a contemporary value and two lags in ΔRE . All variables are expressed in natural logarithms.

Panel B: Panel causality test results

Dependent variable		Sources of causation (independent variables)						Specification tests		
		Short run				Long-run		Arellano–Bond test for second order serial correlation	Hansen test for over-identifying restrictions	
		ΔY	ΔRE	ΔK	ΔL	Error correction term	Coefficient			<i>p</i> -Values
ΔY	Sum of lagged coefficients	–	0.10	0.05	–0.22	Coefficient	0.01	<i>p</i> -Values	0.59	0.61
	χ^2 <i>p</i> -values	–	0.02	0.38	0.01	<i>p</i> -Values	0.15			
ΔRE	Sum of lagged coefficients	0.02	–	–0.38	–1.63	Coefficient	0.01	<i>p</i> -Values	0.24	0.63
	χ^2 <i>p</i> -values	0.71	–	0.86	0.19	<i>p</i> -Values	0.92			
ΔK	Sum of lagged coefficients	2.09	–0.08	–	–2.59	Coefficient	0.02	<i>p</i> -Values	0.93	0.78
	χ^2 <i>p</i> -values	0.14	0.72	–	0.29	<i>p</i> -Values	0.02			
ΔL	Sum of lagged coefficients	0.00	0.00	0.00	–	Coefficient	0.01	<i>p</i> -Values	0.24	0.38
	χ^2 <i>p</i> -values	0.04	0.12	0.41	–	<i>p</i> -Values	0.00			

Notes: The model includes two lags in order to avoid second order serial correlation in the residuals. All variables are expressed in natural logarithms.

- *Figura 6. Tabella test di causalità di Granger per lo sviluppo regionale (Fonte: Natalia Magnani, Andrea Vaona, 2013, Regional spillover effects of renewable energy generation in Italy)*

Dopo aver effettuato il test di Granger i risultati sono i seguenti: incrementando dell'1% la generazione di energia da fonti rinnovabili, l'occupazione e la formazione di capitale nel lungo periodo sussiste un aumento dell'output di rispettivamente 0.02%, 0.76% e 0.27%, generando effetti positivi sul Paese. (Fig. 6)

La generazione di energia da fonti rinnovabili riduce l'esposizione delle regioni alla volatilità del prezzo dei combustibili fossili e alle esternalità negative riguardanti l'ambiente e la salute derivanti dalla produzione di energia da fonti fossili, che ostacolano la crescita economica.

CAPITOLO 4 – LA TRANSIZIONE ENERGETICA IN VENETO

4.1. STATO DELL'ARTE E PROSPETTIVE

Nell'ultimo capitolo del mio elaborato ho deciso di riportare l'esempio della regione Veneto. Innanzitutto ho descritto lo stato dell'arte nell'ambito delle energie rinnovabili e, in seguito, ho inserito delle proposte che permetterebbero al Veneto di diventare 100% rinnovabile. Queste misure attuative sono state delineate dal Centro interdipartimentale di ricerca dell'Università di Padova in un rapporto approfondito riguardo le fonti di energia rinnovabili.

Il Veneto, se messo a confronto con le altre regioni italiane, presenta una situazione alquanto positiva. Infatti, analizzando i valori di energie rinnovabili presenti sul territorio risulta che tale regione abbia ampiamente superato gli obiettivi fissati al 2020 dal Decreto *Burden sharing*¹⁰ e sia tra le tre regioni più virtuose sul suolo italiano.

La situazione interna alla regione in questione presenta un buon livello competitivo, con il 45% di capacità installata proveniente da fonti rinnovabili. La tecnologia più diffusa è il solare fotovoltaico, in termini di numero di impianti, seguita dall'idroelettrico e dagli impianti alimentati da biomasse. Tuttavia, la quota dei consumi finali lordi prodotti da FER è pari al 17,6%, dimostrando un ampio margine di crescita.

Per realizzare un cambiamento la regione dovrebbe svolgere azioni mirate, tramite specifici strumenti di policy, che è possibile classificare in: strumenti normativi, strumenti finanziari e fiscali e campagne di informazione o procedure di certificazione. Inoltre risulta necessario evidenziare che, a livello economico, l'energia pulita sta diventando sempre più vantaggiosa. Dalle stime IRENA¹¹ è molto probabile che a breve l'energia elettrica prodotta da impianti alimentati grazie alle fonti rinnovabili diventino sempre meno costosa di quella prodotta da fonti fossili, e che già nel 2020 le tecnologie di produzione presentino costi paragonabili a quelli dei combustibili fossili.

¹⁰ Decreto stipulato il 15 marzo 2012 dal Ministero dello Sviluppo Economico, in cui si sono fissati gli obiettivi riguardo le fonti di energie rinnovabile che ogni regione doveva rispettare entro il 2020.

¹¹ International Renewable Energy Agency, organizzazione intergovernativa a supporto dei Paesi nella transizione energetica.

Nella regione Veneto i settori nei quali bisognerebbe agire maggiormente per la riduzione dei consumi di energie primaria sono l'industria e il terziario, i quali presentano i valori più elevati di consumo di energia.

Per ciò che riguarda le tecnologie su cui investire si potrebbe ritenere che la scelta migliore sia il solare fotovoltaico, il cui costo marginale di produzione è minore rispetto a quello delle altre fonti di energia rinnovabile. Al momento tale regione registra l'ammontare maggiore di energia prodotta dall'idroelettrico (42%), seguita dal fotovoltaico (29%) e dal biogas (18%).

Oltre ai due settori precedentemente riportati, un altro comparto chiave in Veneto che dovrebbe essere tracciato con attenzione è quello dei trasporti. Sebbene sia così rilevante, tale settore è uno dei reparti in cui l'uso di energia è meno analizzabile, perciò, risulta complicato misurare precisamente i dati.

In conclusione, la regione Veneto presenta molte potenzialità ancora da sfruttare; sicuramente il superamento, quasi raddoppio, del risultato per le fonti di energia rinnovabili al 2020 determina un interesse crescente per la questione, ma per raggiungere il 100% di energia prodotta da fonti pulite il lavoro è ancora molto.

CONCLUSIONI

Lo scopo di questo elaborato è quello di mettere in evidenza come la presenza prevalente di energie rinnovabili, in sostituzione ai combustibili fossili, generi numerosi vantaggi al territorio italiano dal punto di vista ambientale, sociale ed economico.

Oltre al cambiamento climatico in atto, altre motivazioni portano a ritenere che la transizione dalle fonti fossile a quelle di energia rinnovabile sia l'unica soluzione che su ampia scala genererebbe un effettivo cambiamento.

Quando si parla di sviluppo sostenibile le persone pensano subito alla questione ambientale, senza comprendere che il capitale umano, ambientale, sociale e la crescita economica sono aspetti dello stesso processo.

Solamente gli attori pubblici dei diversi Paesi possono incentivare in modo concreto questa transizione, attraverso il potere che possiedono e mettendo in atto manovre volte al cambiamento.

Come analizzato nell'elaborato esistono effetti positivi e vantaggi derivanti dalla transizione energetica, con un particolare focus sugli aspetti appartenenti all'Italia.

Nel 45esimo vertice del G7, svoltosi nel mese di agosto, l'Italia ha esposto il proprio Piano d'Azione nel settore delle energie rinnovabili, nella difesa della biodiversità e nella campagna contro i cambiamenti climatici. Il Piano d'Azione si sviluppa su tre livelli: culturale, economico e finanziario.

Ognuno di noi deve sentirsi parte integrante di questo progetto, apportando idee, conoscenze e soluzioni, dettate dalla sensibilità, dall'attenzione e dalla consapevolezza verso la promozione di comportamenti rispettosi dell'ambiente.

“Il pianeta non ci appartiene, siamo noi ad appartenergli.”¹²

¹² Pierre Rabhi, saggista e ambientalista francese.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- AA. VV., 2013, *On the economics of renewable energy sources*
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988313002107>)
- Andrea Vaona, 2012, *Granger non-causality tests between (non)renewable energy consumption and output in Italy since 1861: The (ir)relevant of structural breaks*
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421512001401>)
- Arturo Lorenzoni, Paola Valbonesi, Alberto Bertucco (a cura di), 2019, *Veneto 100% Rinnovabile: fotografia e prospettive*, Centro interdipartimentale di ricerca “Centro Studi di Economia e Tecnica dell’Energia Giorgio Levi Cases”, Università degli Studi di Padova
- Carlo Scarpa, 1999, *Chi ha paura della concorrenza nel settore elettrico? Nota a margine del decreto Bersani*, Il Mulino
- European Commission, Gennaio 2014, *Quadro per le Politiche dell’Energie e del Clima per il Periodo dal 2020 al 2030*, Bruxelles
- Francesco Meneguzzo, Rosaria Ciriminna, Lorenzo Albanese, Mario Pagliaro, 2016, *Italy 100% Renewable: A Suitable Energy Transition Roadmap*
(https://www.researchgate.net/publication/336021793_Italy_100_Renewable_A_Suitable_Energy_Transition_Roadmap)
- G.H. Oettinger, 2011, *Energy Roadmap 2050*, European Commission, Lussemburgo
- James Stock, Mark Watson, 2016, *Introduzione all’econometria*, Pearson
- Kais Saidi, Mounir Ben Mbarek, 2016, *Nuclear energy, renewable energy, CO₂ emissions, and economic growth for nine developed countries: Evidence from panel Granger causality tests*
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014919701630018X>)
- Legambiente, 2018, *Rapporto Comuni Rinnovabili*
- Natalia Magnani, Andrea Vaona, 2013, *Regional spillover effects of renewable energy generation in Italy*
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421513000396>)
- Nicola Armaroli, Vincenzo Balzani, 2015, *Energia per l’astronave Terra*, Zanichelli
- *Piano di azione nazionale per le energie rinnovabili dell’Italia*, Giugno 2010, Ministero dello sviluppo economico, Roma
- Sidney Pollard, 2012, *Storia economica contemporanea*, Il Mulino

- Silvia Manservigi, 2016, *Energie rinnovabili e pianificazione energetica sostenibile, Profili europei e internazionali*, Jovene Editore
- *Strategia Energetica Nazionali 2017*, Novembre 2017, Ministero dello sviluppo economico e Ministero dell'Ambiente e della Tutela e del Mare, Roma
- Valeria Termini, 2018, *Il mondo rinnovabile: come l'energia pulita può cambiare l'economia, la politica e la società*, LUISS University Press

RIFERIMENTI SITOGRAFICI

- <http://www.sapere.it/sapere/strumenti/studiafacile/geografia-economica/Le-risorse-naturali/Le-fonti-energetiche/Le-fonti-non-rinnovabili-.html>
- http://www.treccani.it/enciclopedia/borsa-elettrica_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/
- http://www.treccani.it/enciclopedia/petrolio_%28Enciclopedia-Italiana%29/
- <https://anteritalia.org/energie-rinnovabili-in-italia-2018-lo-stato-dell'arte-e-le-previsioni-per-il-2019-e-2020/>
- https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_production_and_imports/it#Pi.C3.B9_della_met.C3.A0_del_fabbisogno_energetico_dell'UE-28_C3.A8_coperta_dalle_importazioni
- https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=Renewable_energy_statistics/it
- <https://formiche.net/2017/04/storia-dell'incompleta-liberalizzazione-del-mercato-elettrico-italiano/>
- <https://library.weschool.com/lezione/la-crisi-petrolifera-19928.html>
- <https://luce-gas.it/guida/mercato/filiera-elettrica>
- <https://www.arera.it/allegati/docs/18/117-18.pdf>
- https://www.arera.it/allegati/relaz_ann/00/cap2400.pdf
- https://www.climate-transparency.org/wp-content/uploads/2018/11/Brown-to-Green-Report-2018_rev.pdf
- <https://www.fotovoltaiconorditalia.it/mondo-fotovoltaico/modi-per-incentivare-rinnovabili>
- https://www.gse.it/documenti_site/Documenti%20GSE/Bollettini/Bollettino%202020se-mestre%202018_rev6.pdf

- https://www.gse.it/documenti_site/Documenti%20GSE/Rapporti%20statistici/Energia%20nei%20Trasporti%202017.pdf
- <https://www.ilfoglio.it/economia/2019/03/16/news/quando-litalia-era-capace-di-aprirsi-al-mercato-e-di-correre-insieme-alleuropa-243292/>
- <https://www.ilpost.it/2012/10/06/la-storia-della-guerra-dello-yom-kippur/>
- <https://www.infobuildenergia.it/notizie/bene-regioni-italiane-consumi-energia-rinnovabili-burden-sharing-5900.html>
- <https://www.infodata.ilsole24ore.com/2018/05/18/lenergia-italiana-meno-rinnovabile-sempre-piu-importazione> -
- https://www.lifegate.it/persone/news/il_protocollo_di_kyoto1
- <https://www.lifegate.it/persone/stile-di-vita/investimenti-rinnovabili-bnef>
- <https://www.linkiesta.it/it/article/2017/10/13/energia-italia-aumenta-la-produzione-ma-siamo-ancora-troppo-dipendenti/35794/>
- https://www.qualenergia.it/articoli/la-produzione-di-rinnovabili-cresce-del-9_8percento-ma-solo-grazie-a-idroelettrico/
- https://www.repubblica.it/economia/2015/02/12/news/elettricit_nel_mercato_libero_le_tariffe_sono_pi_alte_del_15-20_rispetto_alla_tutela-107155167/?refresh_ce
- <https://www.reteclima.it/cause-e-conseguenze-dei-cambiamenti-climatici/>
- <https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/ruolo-terna/come-funziona-sistema-elettrico>
- http://it.wikipedia.org/wiki/Certificato_verde
- <https://data.worldbank.org/indicator/eg.use.comm.fo.zs>
- <http://old.enea.it/com/web/pubblicazioni/rinnovabili/capitolo3.pdf>