



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA IN: SCIENZE FORESTALI E AMBIENTALI

L'EVOLUZIONE DEI MERCATI DEL
CARBONIO: UNA SYSTEMATIC
REVIEW DELLA LETTERATURA

THE EVOLUTION OF CARBON
MARKETS: A SYSTEMATIC REVIEW OF
THE LITERATURE

TIPO TESI: sperimentale

Studente:
ANDREA CAMELI

Relatore:
PROF. DANILO GAMBELLI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

Alla mia Famiglia,
a cui devo tutto.

SOMMARIO

SOMMARIO	3
ELENCO DELLE TABELLE.....	5
ELENCO DELLE FIGURE	6
ACRONIMI E ABBREVIAZIONI.....	7
INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI.....	9
CAPITOLO 1 I MERCATI DEL CARBONIO	11
1.1 I primi passi del mercato del carbonio.....	11
1.2 L'accordo di Parigi (COP21).....	18
1.3 I Mercati volontari del carbonio	19
1.4 LAND-USE, LAND USE CHANGE FORESTRY (LULUCF)	20
1.5 REDD – PLUS.....	21
CAPITOLO 2 QUALITATIVE SYSTEMATIC REVIEW.....	23
2.1 Revisione sistematica qualitativa della letteratura.....	23
2.2 La procedura PRISMA	23
2.3 Principali differenze fra systematic review e meta-analisi	26
CAPITOLO 3 RISULTATI PROCEDIMENTO PER LA SELEZIONE DEGLI ARTICOLI	27
3.1 Fase di ricerca e identificazione	27
3.2 Fase di screening.....	29
3.3 Fase di ammissibilità	34
3.4 Risultati ottenuti	39
3.5 Discussione.....	48
3.5.1 Quali sono i principali fattori d'influenza del mercato del carbonio?	48
3.5.2 Fattori di influenza per la determinazione e la volatilità del prezzo dei permessi negoziabili di inquinamento.	52
3.6 Analisi del mercato forestale nella review.....	56
CONCLUSIONI	59

BIBLIOGRAFIA62

ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1 - Sintesi dei meccanismi di prezzo dei principali mercati internazionali	15
Tabella 2 - Checklist PRISMA.....	24
Tabella 3 - Elenco dei termini di ricerca utilizzati in questo studio.	28
Tabella 4 - Criteri di ammissibilità o esclusione utilizzati nel nostro studio.....	34
Tabella 5 - Commento degli articoli eliminati.....	34
Tabella 6 - Quali sono i principali fattori d’influenza del mercato del carbonio	40
Tabella 7 - Fattori di influenza per la determinazione e la volatilità del prezzo dei permessi negoziabili di inquinamento.....	43
Tabella 8 - Area geografica dei casi studio	53
Tabella 9 - stime dei prezzi minimi efficaci per il mercato EU-ETS presenti negli articoli per anno di riferimento	55

ELENCO DELLE FIGURE

Figura 1 - Esempio di schema di funzionamento di un progetto CDM.....	16
Figura 2 - Esempio di schema di Joint Implementation	17
Figura 3 - Dimensione del mercato volontario, 2018.....	20
Figura 4 - Fasi REDD+.....	22
Figura 5 - Logo delle banche dati utilizzate per la nostra ricerca (WOS – SCOPUS – Carrot2).....	24
Figura 6 - Documenti suddivisi per area geografica.....	29
Figura 7 - Numero di documenti pubblicato per anno.....	30
Figura 8 - Documenti suddivisi per subject area	30
Figura 9 - Network di tutte le keywords.....	31
Figura 10 - Network delle keywords immesse dagli autori nel tempo.....	32
Figura 11 - Heatmap delle keywords immesse dagli autori	32
Figura 12 - Network delle index keywords dopo la fase di ammissibilità	36
Figura 13 - Network delle keywords immesse dagli autori dopo la fase di ammissibilità	37
Figura 14 - Heatmap delle keywords immesse dagli autori dopo la fase di ammissibilità	38
Figura 15 - Diagramma modello PRISMA.....	39
Figura 16 - Elenco degli articoli più citati nella prima research question.....	48
Figura 17 - Metodologie di analisi più utilizzate.....	49
Figura 18 - Fattori d'influenza del prezzo dei permessi più trattati nella research question	50
Figura 19 - Articoli più citati per la seconda research question	52
Figura 20 - Metodo di studio applicato.....	53
Figura 21 - Andamento dei prezzi dell'European Union Allowances 2008-2018	55

ACRONIMI E ABBREVIAZIONI

AAU	Assigned Amounts Unit
AIJ	Assigned Implementation Joint
ARD	Afforestation, Reforestation e Deforestation
CCS	Carbon Capture Storage
CDM	Clean Development Mechanism
CER	Certificated Emission Reduction
COP	Conference Of the Parties
EIT	Economies In Transition
ERU	Emission Reduction Unit
ETS	Emission Trading Scheme
EU ETS	European Union Emission Trading Scheme
EUA	European Union Allowance
FAO	Food and Agriculture Organization
FM	Forest Management
GHG	Greenhouse Gas
IET	International Emission Trading
INDC	Intended Nationally Determined Contributions
JI	Joint Implementation
KP	Kyoto Protocol
LRF	Linear Reduction Factor
LULUCF	Land Use, Land Use Change Forestry

MAC	Marginal Abatement Cost
MRV	Monitoring Reporting and Verification
MRS	Market Stability Reserve
ONU	Organizzazione delle Nazioni Unite
OTC	Over The Counter
PaM	Policies and Measures
REDD+	Reducing Emission from Deforestation and forest Degradation
RGGI	Regional Greenhouse Gas Initiative
RPP	Readiness Preparation Proposal
UNDP	United Nation Development Programme
UNEP	United Nation Environmental Programme
UNFCCC	United Nation Framework Convention on Climate Change
VER	Verified Emission Reduction
WOS	Web Of Science

INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI

L'idea di sviluppo dei mercati del carbonio in termini operativi emerge negli anni '90 con la necessità della mitigazione dell'emissione dei gas a effetto serra (GHG). Il primo passo fu fatto adottando i principi dell'articolo 4.2 della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite (UNFCCC), che appunto normava l'attuazione congiunta per raggiungere questo obiettivo. Michaelowa et al. (2019)

Il protocollo di Kyoto (KP) è stato adottato nel 1997, e ha fissato degli obiettivi di riduzione di emissione di GHG per i 38 paesi industrializzati nel mondo e per le economie in transizione (EIT) che troviamo nel quadro B del protocollo. Questi obiettivi sono stati fissati attraverso l'assegnazione di quote di emissione – unità di quantità assegnata - (AAU) che può essere scambiata all'interno del mercato internazionale di quote d'emissione (IET). Il KP, ha fissato obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra per 38 paesi industrializzati ed economie in transizione (EIT) presenti nell'allegato B del protocollo. Questi obiettivi di mitigazione sono stati definiti attraverso le quote di emissione - unità di quantità assegnate (AAU) - assegnate ai paesi. Per massimizzare l'efficienza economica del raggiungimento degli obiettivi di riduzione o limitazione delle emissioni, alle Parti dell'Allegato B è stato consentito di utilizzare tre meccanismi di mercato. Esse potevano scambiare le AAU attraverso lo scambio internazionale di quote di emissione (IET) e utilizzare i crediti di carbonio risultanti dai progetti di riduzione delle emissioni (JI) nei paesi dell'Allegato B (che generano unità di riduzione delle emissioni, ERU) e i meccanismi di sviluppo pulito (CDM) nei paesi non inclusi nell'Allegato B (che generano riduzioni certificate delle emissioni, CER). Michaelowa et al. (2019)

Lo scopo di questa tesi è stato quello di analizzare le dinamiche del prezzo dei permessi negoziabili di inquinamento e i fattori principali che influenzano questo prezzo, attraverso una revisione sistematica della letteratura scientifica. Finora non è stata tentata alcuna revisione in questo contesto, solo una recente literature review di Ji et al. (2018) che tratta in maniera specifica come viene strutturato il valore del permesso negoziabile d'inquinamento e l'elasticità della domanda e dell'offerta tendendo in considerazione il costo di abbattimento marginale (MAC). Abbiamo effettuato una revisione sistematica qualitativa basata sugli studi

disponibili nelle principali banche dati scientifiche (Scopus, Web of Science) e su una selezionata letteratura grigia di alta qualità nel campo della dimensione economica del mercato del carbonio.

Le fasi del nostro studio hanno seguito la checklist del modello PRISMA e sono state così contestualmente suddivise in questa tesi:

- Nel primo capitolo si è fatta una rassegna dei principali aspetti legati ai mercati del carbonio
- Nel secondo capitolo è stata elencata la metodologia applicata a questo studio
- Nel terzo capitolo sono stati discussi i risultati di questa tesi

Capitolo 1

I MERCATI DEL CARBONIO

In questo capitolo si offre un quadro generale di sintesi dei principali concetti e strumenti di politica su cui si basa il mercato del carbonio e contestualmente ad esso, come si è evoluto nel tempo grazie alle implementazioni portate dall'UNFCCC nelle conferenze delle parti.

1.1 I primi passi del mercato del carbonio

Un "mercato del carbonio" è a tutti gli effetti uno strumento di policy. Esso consiste in un mercato che permette la commercializzazione di quote di CO₂ con lo scopo di incoraggiare/limitare i paesi e i grandi inquinatori a diminuire le emissioni di anidride carbonica ed altri GHG. Michaelowa et al. (2019)

L'implementazione dei mercati del carbonio su larga scala è emersa negli anni '90. Il punto di partenza è stato l'articolo 4.2 della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC) con la sua norma sull'"Attuazione congiunta" per la mitigazione dei gas a effetto serra (GHG) da parte di diversi paesi. Questa è stata vista come una finestra per lo sviluppo di meccanismi di mercato da parte di diversi Paesi europei e nordamericani. Una prima valutazione dell'Iniziativa statunitense sulla JI, ad esempio, ha elaborato l'esperienza di 31 progetti pilota nel Sud-Est asiatico (ad esempio, il sequestro del carbonio in Indonesia attraverso il disboscamento a impatto ridotto e l'elettrificazione rurale nello Sri Lanka) e raccomandazioni derivate per i meccanismi di mercato Dixon (1997). Date le opinioni contrastanti tra paesi in via di sviluppo e paesi industrializzati sul fatto che tali meccanismi abbiano senso, la COP 1 nel 1995 ha deciso di avviare una fase pilota delle "Attività attuate congiuntamente" (AIJ) che durerà fino al 2000 senza la generazione di crediti di emissione. Ciò ha permesso ai paesi di testare diverse opzioni di progettazione di meccanismi di mercato (per la Costa Rica, che è stato un paese ospite pionieristico, e Springer (2003), per l'approccio svedese di investire negli Stati Baltici). Il Costa Rica è stato il primo paese in via di sviluppo a implementare l'AIJ in diversi settori, tra cui la conservazione, il rimboschimento e le energie rinnovabili (eolico e idroelettrico). Una valutazione di 11 progetti AIJ del programma pilota svedese (efficienza energetica ed energie rinnovabili nei paesi baltici) ha mostrato che i costi

di implementazione del progetto sono stati più alti del previsto, mentre le riduzioni delle emissioni di gas serra sono state inferiori alle stime ex-ante. È stato anche suggerito che tali rischi di progetto possono essere mitigati dai fondi di carbonio attraverso l'aggregazione della domanda, Springer (2003). Mentre la logica economica per i paesi industrializzati di investire in attività nei paesi in via di sviluppo a causa dei minori costi di mitigazione non è stata messa in discussione, Zhang (1997) e Swisher (1997) hanno identificato vari benefici e rischi per i paesi in via di sviluppo. Presentando i dibattiti scoppiati negli anni '20, alcuni autori come Michaelowa, A., & Schmidt (1997) hanno sostenuto il credito di carbonio¹ per JI al fine di garantire un'efficiente mitigazione a breve termine e mobilitare il trasferimento tecnologico, ma hanno proposto di ridurre progressivamente il credito a lungo termine per garantire l'innovazione e la ricerca e lo sviluppo di tecnologie/misure a basse emissioni di carbonio attraverso l'aumento dei prezzi interni del carbonio. Michaelowa et al. (2019)

- 1) Il mercato istituzionale regolamentato dalle direttive del protocollo di Kyoto sottoscritto l'11 dicembre del 1997, entrato in vigore il 16 febbraio del 2005 dopo la ratifica della Russia (in quanto occorre almeno 55 nazioni ratificanti il protocollo) esplicita la possibilità di operare con tre meccanismi flessibili:
 - **International Emission Trading (IET)**: Gli stati che hanno aderito al protocollo di Kyoto hanno accettato di rispettare determinati obblighi di limitazione/riduzione delle emissioni di GHG. Questi obiettivi sono espressi come livelli di emissione consentiti in un certo periodo temporale, queste emissioni sono poi suddivise in "Unità di quantità assegnate" (AAU). Lo scambio di emissioni, come stabilito nell'articolo 17 del Protocollo di Kyoto, consente ai paesi che dispongono di unità di emissione assegnate che sono state "risparmiate" (emissioni che sarebbero state consentite ma che non sono state "utilizzate") di vendere queste quantità in eccesso ai paesi che superano i loro limiti. Pertanto, è stata creata una nuova merce sotto forma di riduzioni delle emissioni. Poiché il biossido di carbonio è il principale gas serra, in questo caso si parla semplicemente di "commercio di carbonio". Le emissioni di carbonio vengono quindi monitorate e scambiate come qualsiasi altro bene; questo meccanismo è noto come "mercato del carbonio" (Carbon market). Il sistema di scambio delle quote di emissione dell'UE (EU ETS) è un sistema "cap and trade" entrato in vigore il 1° gennaio 2005. Esso limita il volume totale di emissioni di gas serra da parte di impianti e operatori aerei responsabili di circa il 50% delle emissioni di gas serra dell'UE. Il sistema consente lo scambio di quote di emissione in modo che le emissioni totali

degli impianti e degli operatori aerei rimangano entro il tetto massimo e che si possano adottare le misure meno costose per ridurre le emissioni.

Un governo rilascia un numero limitato di permessi annuali che consentono alle aziende di emettere una certa quantità di anidride carbonica. La quantità totale permessa diventa così il "tetto" delle emissioni. Le aziende sono tassate se producono un livello di emissioni superiore a quello consentito dai loro permessi. Le aziende che riducono le loro emissioni possono vendere, o "scambiare" i permessi non utilizzati ad altre aziende. Ma il governo abbassa il numero di permessi ogni anno, abbassando così il tetto totale delle emissioni. Questo rende i permessi più costosi. Nel corso del tempo, le aziende hanno un incentivo ad investire in tecnologia pulita, poiché diventa più economico rispetto all'acquisto dei permessi. Così funziona il sistema "cap and trade" dell'EU – ETS. In quanto primo e più grande sistema di scambio di emissioni per la riduzione delle emissioni di gas serra, l'EU ETS copre più di 11.000 centrali elettriche e impianti industriali in 31 paesi e voli tra gli aeroporti dei paesi partecipanti. Il sistema è stato introdotto per la prima volta nel 2005 e da allora ha subito diversi cambiamenti. L'implementazione del sistema è stata suddivisa nel tempo in periodi di scambio distinti, noti come fasi. L'attuale fase dell'EU ETS è iniziata nel 2013 e durerà fino al 2020. European Commission (2015)

Le fasi sono state così schematicamente riassunte dalla Commissione Europea:

Fase di prova (2005-2007): Il primo periodo di trading ha costituito un processo di "learning by doing". L'ETS dell'UE si è affermato con successo come il più grande mercato mondiale del carbonio. Tuttavia, il numero di quote, sulla base del fabbisogno stimato, si sono rivelate eccessive; di conseguenza il prezzo delle quote di primo periodo è sceso a zero nel 2007.

Fase di Kyoto (2008-2012): secondo periodo di scambio. Islanda, Norvegia e Liechtenstein hanno aderito (1.1.2008). Il numero di quote è stato ridotto del 6,5% per il periodo, ma la recessione economica deprime le emissioni, e quindi la domanda, ancora di più. Ciò ha portato a un'eccedenza di quote e crediti non utilizzati che continua a pesare sul prezzo del carbonio. L'aviazione è stata introdotta nel sistema (1.1.2012).

Terza fase (2013-2020): terzo periodo di trading. Entra in vigore una grande riforma grazie agli emendamenti apportanti al Protocollo di Kyoto in occasione della conferenza ONU sui cambiamenti climatici (COP18), tenutasi a Doha (Qatar) nel dicembre 2012. In questa occasione gli stati membri hanno formalmente istituito il

secondo periodo di impegno per la lotta alle emissioni di CO₂. L'UE, gli Stati membri, gli Stati Uniti, la Cina e il Brasile insieme ad altre 80 nazioni, hanno accettato di partecipare al secondo periodo di trading (terza fase), nel quadro di un pacchetto più ampio di misure concordate a livello internazionale. Tali misure includevano:

- limitare le proprie emissioni entro il 2020 (oltre l'80% delle emissioni globali è coperto da obiettivi o impegni fino al 2020);
- raggiungere un consenso a livello internazionale per l'adozione di un nuovo accordo globale sul clima applicabile a tutte le parti entro il 2015, per poi applicarlo a partire dal 2020.

I maggiori cambiamenti sono stati l'introduzione di un limite massimo di emissioni a livello UE (ridotto dell'1,74% ogni anno) e un progressivo spostamento verso la vendita all'asta di in sostituzione dell'assegnazione a titolo gratuito. La Croazia ha aderito l'ETS (1.1.2013). Climate Action - European Commission (2015)

Tabella 1 - Sintesi dei meccanismi di prezzo dei principali mercati internazionali

Paese	Cap	Carbon Offset	Attività bancaria e prestito	Regolamentazione dei prezzi
EU	Più stretto negli anni; attualmente il LRF è dell'1,74% e la fase successiva è del 2,2%.	La verifica delle compensazioni da paesi stranieri è più rigorosa: illimitata nella fase 2; consente le compensazioni da parte dei paesi meno sviluppati e di altri già firmatari di un accordo con l'UE nella fase 3; non consente le compensazioni internazionali nella fase 4	L'attività bancaria è consentita; il prestito non è consentito	Prezzo minimo; istituire una riserva di stabilità del mercato (MRS) nel 2019
Korea	Più stretto negli anni	Origine e limite quantitativo: consente solo compensazioni nazionali nelle fasi 1 e 2, fino al 10% dell'obbligazione dell'ente; nelle fasi 2021-2025, fino al 10% dell'obbligazione di ciascun ente con un massimo del 5% proveniente da compensazioni internazionali.	Sono consentiti l'attività bancaria e l'assunzione di prestiti, fino ad un massimo del 20% dell'obbligazione dell'entità	Riserva di carbonio; regola il limite di compensazione; regola il limite di indebitamento; impostazione temporanea di un massimale di prezzo o di un prezzo minimo
Nuova Zelanda	Più stretto negli anni	Non consente compensazioni internazionali dal 2015	L'attività bancaria è consentita; il prestito non è consentito	Prezzo massimo
California	Più stretto negli anni	La provenienza e il limite quantitativo sono più severi: attualmente fino all'8% dell'obbligo di conformità di ciascuna entità, scenderà al 4% nella fase 3 e oltre il 50% di compensazioni locali	L'attività bancaria è consentita; il prestito non è consentito	Prezzo minimo della riserva d'asta; riserva di contenimento del prezzo dell'indennità
RGGI	Più stretto negli anni	Origine e limite quantitativo: fino al 3,3% dell'obbligo di conformità di ogni entità; sono ammessi solo cinque tipi di compensazione	L'attività bancaria è consentita; il prestito non è consentito	Prezzo minimo d'asta; riserva di contenimento dei costi; meccanismo di attivazione delle compensazioni
Cina	Più stretto negli anni	Varia a seconda del paese pilota	L'attività bancaria è consentita; il prestito non è consentito	Varia a seconda del paese pilota

- **Clean Development Mechanism (CDM):** definito nell'art.12 del Protocollo, consente ad un Paese che si è impegnato a ridurre o limitare le emissioni in accordo a quanto stabilito dal Protocollo di Kyoto, di poter attuare dei progetti di riduzione delle emissioni stesse nei Paesi in via di sviluppo. Tali progetti consentono di aver riconosciuti "crediti di riduzione certificati delle emissioni" (CER), ciascuno equivalente ad una tonnellata di CO₂, che è possibile immettere sul mercato del

“Carbon market” al fine del raggiungimento degli obiettivi previsti dal Protocollo stesso. Possono essere considerati progetti CDM le attività avviate dall'anno 2000 e, a differenza di quanto accade per i progetti di JI, i crediti generati dal progetto a partire da tale anno possono essere accumulati ed utilizzati affinché l'Italia rispetti gli obblighi di riduzione delle emissioni di gas effetto serra nel primo periodo d'impegno (2008-2012). Il meccanismo CDM è regolato dagli Accordi di Marrakech, Decisione 17/CP.7 (minambiente.it)

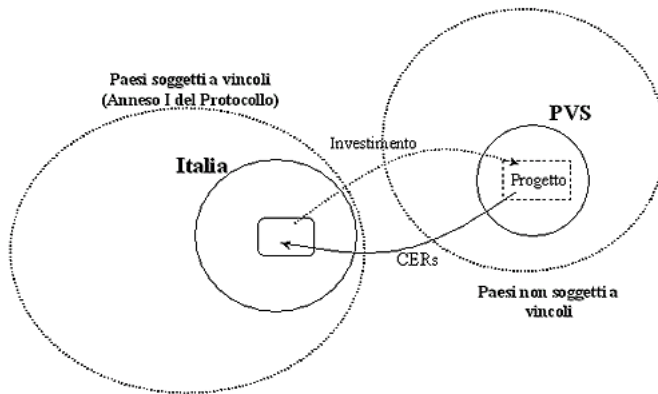


Figura 1 - Esempio di schema di funzionamento di un progetto CDM.

Fonte: minambiente.it

- **Joint Implementation (JI):** il meccanismo di "implementazione congiunta" (Joint Implementation), definito all'articolo 6 del Protocollo di Kyoto, consente a un Paese che ha firmato un impegno di riduzione o limitazione delle emissioni ai sensi del Protocollo di Kyoto di guadagnare unità di riduzione delle emissioni (Emission Reduction Units, “ERU”) da un progetto di riduzione o rimozione delle emissioni attuato presso un altro Paese che ha aderito al Protocollo, ciascuna equivalente a una tonnellata di CO₂, che può essere conteggiata per raggiungere gli obiettivi di Kyoto. L'implementazione congiunta offre ai Paesi in causa un mezzo flessibile ed efficiente in termini di costi per adempiere a una parte degli impegni assunti secondo il Protocollo di Kyoto, mentre il Paese nel quale viene sviluppato il progetto beneficia degli investimenti stranieri e del trasferimento di tecnologia. L'Unione Europea utilizza la Joint Implementation fin dall'iniziale approvazione del Protocollo. Tutti i Paesi industrializzati possono potenzialmente ospitare progetti JI; gli Stati con le

economie in transizione, caratterizzati da bassi costi marginali di abbattimento, sono i naturali candidati per questo tipo di progetto. (www.minambiente.it)

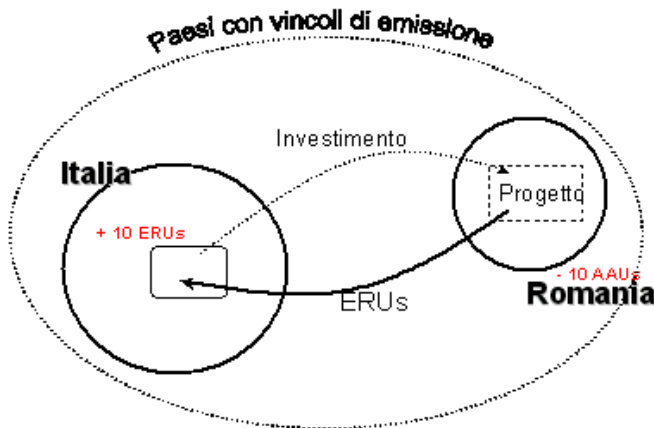


Figura 2 - Esempio di schema di Joint Implementation

Fonte: minambiente.it

Per comprendere questi mercati del carbonio, è importante riuscire a capire le differenze tra questi tipi di prodotti di carbonio e i sistemi che li creano. Ad esempio, le quote sono create da sistemi cap-and-trade, mentre i crediti di carbonio sono creati da sistemi "baseline-and-credit" come JI e CDM. I sistemi "baseline and credit" non comportano un'offerta definita di quote, il numero dei crediti acquisiti dipenderà dal tipo di progetto, e permettono di ottenere crediti generati da ogni nuovo progetto realizzato. Tali crediti possono poi essere utilizzati dagli acquirenti per rispettare un obiettivo di emissione regolamentare, per compensare un'attività di emissione, o come misure volontarie Carraro & Favero (2009).

- **Linear Reduction Factor:** È un fattore di riduzione applicato dalla governance Europea nel 2014. Nel 2013 il tetto per le emissioni degli impianti fissi era pari a 2 084 301 856 quote. Durante la fase 3 dell'EU ETS (2013-2020) il tetto diminuirà ogni anno di un fattore di riduzione lineare pari all'1,74% della quantità media totale di quote rilasciate annualmente nel 2008-2012.

Il fattore di riduzione lineare determina il ritmo di riduzione delle emissioni nell'ambito del sistema EU ETS. Questo meccanismo non prevede una data limite e, di conseguenza, offre certezza agli investitori circa la redditività degli investimenti in riduzioni delle emissioni. Grazie al tetto decrescente, il numero di quote che possono essere usate dagli impianti fissi per coprire le emissioni nel 2020 sarà inferiore del

21% rispetto al 2005. Per raggiungere l'obiettivo di ridurre le emissioni dell'UE del 40% rispetto ai livelli del 1990 entro il 2030, concordato dai leader dell'UE nell'ambito del quadro 2030 per il clima e l'energia, il tetto dovrà ridursi del 2,2% all'anno a partire dal 2021. In tal modo, le emissioni degli impianti fissi saranno inferiori di circa il 43% rispetto ai livelli del 2005. Entro il 2050 le emissioni verrebbero ridotte del 90% circa rispetto al 2005 (https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/cap_it).

1.2 L'accordo di Parigi (COP21)

L'accordo di Parigi sottoscritto il 12 dicembre 2015, è stato un'importante punto di partenza e di unione fra gli stati membri facenti parte del UNFCCC. È il primo accordo universale e giuridicamente vincolante sul clima mondiale. L'accordo definisce un piano d'azione globale, inteso a rimettere il mondo sulla buona strada per evitare cambiamenti climatici pericolosi limitando il riscaldamento globale ben al di sotto dei 2°C e rappresenta una fondamentale tappa per la definizione delle politiche in materia di politiche globali climatiche per il periodo post Kyoto. I governi hanno concordato di:

- mantenere l'aumento medio della temperatura mondiale ben al di sotto di 2°C rispetto ai livelli preindustriali come obiettivo a lungo termine
- puntare a limitare l'aumento a 1,5°C, dato che ciò ridurrebbe in misura significativa i rischi e gli impatti dei cambiamenti climatici
- fare in modo che le emissioni globali raggiungano il livello massimo al più presto possibile, pur riconoscendo che per i paesi in via di sviluppo occorrerà più tempo
- procedere successivamente a rapide riduzioni in conformità con le soluzioni scientifiche più avanzate disponibili.

A seguito della conferenza di Parigi, i paesi hanno presentato piani nazionali di azione per il clima completi (INDC). Questi non sono ancora sufficienti per mantenere il riscaldamento globale al di sotto di 2°C, ma l'accordo traccia la strada verso il raggiungimento di questo obiettivo. Unione Europea in tutto questo indica il proprio contributo dichiarando di diminuire le proprie emissioni del 40% entro il 2030. Il Consiglio "Economia e finanza" adotta conclusioni sugli aspetti finanziari dei cambiamenti climatici in vista della conferenza delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (COP25). L'UE e i suoi Stati membri continuano ad essere il principale fornitore di finanziamenti pubblici per il clima. I loro contributi totali raggiungono i 21,7 miliardi di EUR nel 2018, rispetto ai 20,4 miliardi di EUR nel 2017. Gli ultimi dati dimostrano la determinazione dell'UE ad aumentare il proprio contributo ai finanziamenti internazionali per il clima al fine di conseguire l'obiettivo, stabilito per i paesi

industrializzati, di mobilitare 100 miliardi di EUR all'anno entro il 2020 e di estendere tale periodo fino al 2025.

1.3 I Mercati volontari del carbonio

La decisione degli Stati Uniti di non ratificare il Protocollo di Kyoto, accompagnata da un lungo ritardo da parte dell'Australia e da una politica ufficiale di inazione da parte del Canada, ha rappresentato uno stimolo alla diffusione e affermazione dei mercati volontari del carbonio. Gli elementi principali sono il Voluntary Carbon Standard che è emerso come uno sforzo della comunità imprenditoriale, soprattutto in Nord America, e diversi sistemi di trading, come il GHG cap-and-trade e il sistema di regolamentazione emergente in California e il Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI). Ormai questi possono essere visti come possibili precursori della creazione di mercati obbligatori altrove, ad esempio in Cina, India, Perù e Brasile. Anche se molto piccoli rispetto al mercato della compliance, con solo il 2% di quota, i mercati volontari dovrebbero plasmare i mercati della compliance attraverso standard, metodologie e infrastrutture tecniche Holm et al. (2011)

Nel report annuale sullo stato dei mercati volontari si dice che “Le aziende e le altre organizzazioni hanno acquistato compensazioni che rappresentano riduzioni delle emissioni equivalenti a 98,4 MtCO₂e, o superiori alle emissioni annuali dell'intero paese del Qatar. Il valore totale di mercato ha raggiunto i 295,7 milioni di dollari.” Forest (2019) Sono numeri ancora piccoli ma è qui che noi troviamo tutto il mercato forestale mondiale il problema principale è la non regolamentazione e le tante problematiche che hanno come temporaneità dello stoccaggio della CO₂ e il “double counting”, ma resta il fatto che questo mercato desta indubbiamente interesse tanto che anche nell'ultima COP di Madrid, la questione si è rimessa al tavolo.

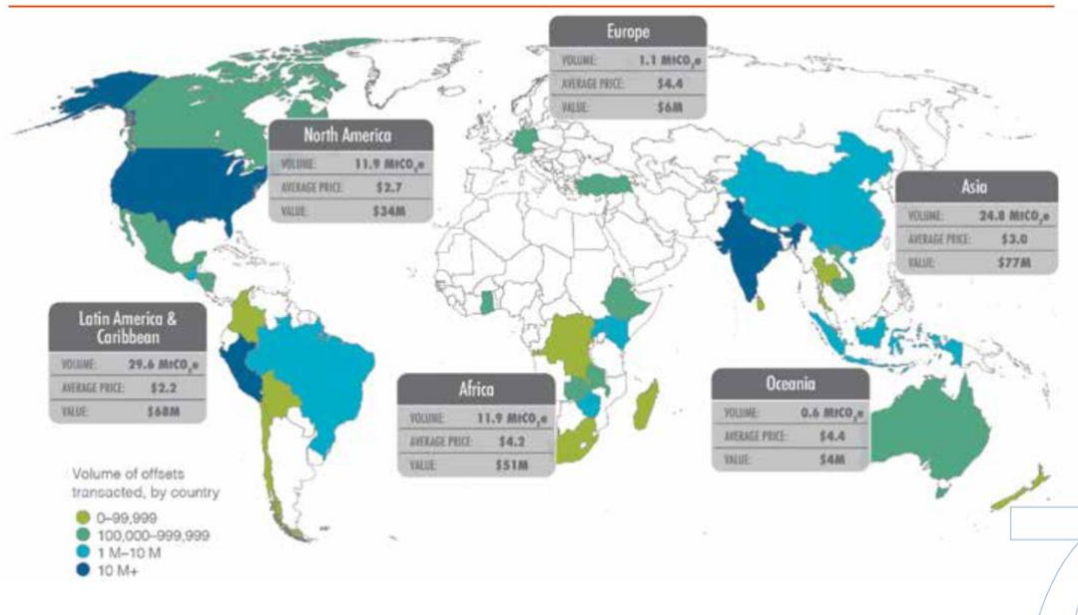


Figura 3 - Dimensione del mercato volontario, 2018

Fonte: World Bank, 2019

1.4 LAND-USE, LAND USE CHANGE FORESTRY (LULUCF)

"Nell'ambito del Protocollo di Kyoto alcune specifiche attività antropiche negli usi del suolo, nei cambiamenti degli usi del suolo e nella forestazione che rimuovono i gas serra dall'atmosfera (e conosciuti come "carbon sinks", cioè pozzi di assorbimento di carbonio), quali afforestazione, riforestazione e lotta alla deforestazione possono essere utilizzati dai Paesi presenti nell'allegato 1 (del Protocollo di Kyoto, gli "annex I parties") per compensare i propri obiettivi di emissione. Al contrario, le variazioni di queste attività che riducono i carbon sink (ad esempio un aumento della deforestazione) saranno sottratte dalla quantità di emissioni che i Paesi dell'allegato I possono emettere nell'ambito del loro periodo di impegno (del Protocollo di Kyoto)". (unfccc.int)

Il regolamento relativo all'inclusione delle emissioni e degli assorbimenti di gas a effetto serra risultanti dall'uso del suolo, dal cambiamento di uso del suolo e dalla silvicoltura (LULUCF) nel quadro 2030 per il clima e l'energia è stato adottato dal Consiglio il 14 maggio 2018, a seguito del voto del Parlamento europeo il 17 aprile 2018. Il regolamento attua l'accordo tra i leader dell'UE nell'ottobre 2014 in base al quale tutti i settori dovrebbero contribuire all'obiettivo di riduzione delle emissioni dell'UE per il 2030, compreso il settore dell'uso del suolo. È inoltre coerente con l'accordo di Parigi, che sottolinea il ruolo cruciale del settore

dell'uso del suolo nel conseguimento degli obiettivi a lungo termine di mitigazione dei cambiamenti climatici.

Per essere ammessi alla contabilizzazione nazionale i progetti LULUCF devono rispettare inderogabilmente due articoli del protocollo di Kyoto:

- l'art. 3.3 del Protocollo di Kyoto identifica le attività di ARD (Afforestation, Reforestation e Deforestation), quali variazioni permanenti dell'uso del suolo che devono essere contabilizzate dagli Stati nazionali come (ARD), andando cioè a sottrarre le attività "human induced" di Afforestazione e Riforestazione (dopo il 1990) le emissioni legate a processi di Deforestazione.
- l'art. 3.4 del Protocollo di Kyoto estende il ruolo attività LULUCF ad una ulteriore serie di interventi nel settore agricolo e forestale, che sono però classificate come "attività addizionali" (si tratta cioè di un pool di attività che le "Parti" possono conteggiare su base volontaria: l'Italia, similmente a quasi tutti gli altri Paesi Europei, ha "eletto" esclusivamente l'attività di Forest Management - FM).

1.5 REDD – PLUS

L'UNFCCC (2017) definisce REDD+ come "un approccio di politiche pubbliche e incentivi positivi per ridurre le emissioni da deforestazione e degrado forestale; e il ruolo della conservazione, della gestione sostenibile delle foreste e del miglioramento degli stock di carbonio forestale nei paesi in via di sviluppo".

Nei negoziati sul clima è in corso anche il dibattito in corso se REDD+ debba rimanere un sistema basato sul mercato, con possibili legami con lo scambio di quote di emissione, o semplicemente essere un meccanismo di consegna per i pagamenti. Questo tipo di politiche non certe hanno avuto in precedenza un impatto negativo sui prezzi del carbonio e sui relativi strumenti di mercato, come il Clean Development Mechanism (CDM), Cadman et al. (2017). In qualità di istituzione centrale dell'ONU che fornisce sostegno all'iniziativa REDD+, l'UN-REDD è un accordo di gestione collaborativa tra il Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente (UNEP), il Programma delle Nazioni Unite per lo sviluppo (UNDP) e l'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura (FAO), UN-REDD (2009). L'intento del Programma UN-REDD è quello di gestire e semplificare la distribuzione delle fonti di finanziamento ai Paesi in via di sviluppo partecipanti per le attività di riduzione delle emissioni Multi-partner Trust Fund Office, (2013). Finora i fondi sono stati destinati a sostenere la preparazione e la pianificazione del REDD+ a livello internazionale e regionale e attraverso un'assistenza mirata alle attività dei Paesi, UN-REDD (2009). La strategia del

programma UN-REDD per il 2011-2015 è stata approvata nel novembre 2010 e guida le attività. Nel contesto delle azioni a livello nazionale per mitigare e adattarsi al cambiamento climatico, le strategie economiche e sociali dell'UN-REDD sono volte a ridurre le emissioni da deforestazione e degrado forestale delle industrie forestali nazionali e a favorire il benessere umano. I REDD+ Readiness Programmes (RPP) forniscono pagamenti basati sulle prestazioni in cambio di una gestione sostenibile delle foreste e di un cambiamento nelle pratiche di utilizzo del territorio per ridurre le emissioni, UN-REDD (2011).

Le azioni REDD+, note anche come "politiche e misure" o "PAMs", costituiscono una componente chiave del national strategies/action plan di un paese; queste misure che un paese sceglie di attuare sono diverse e specifiche del contesto. Bernard et al. (2018)

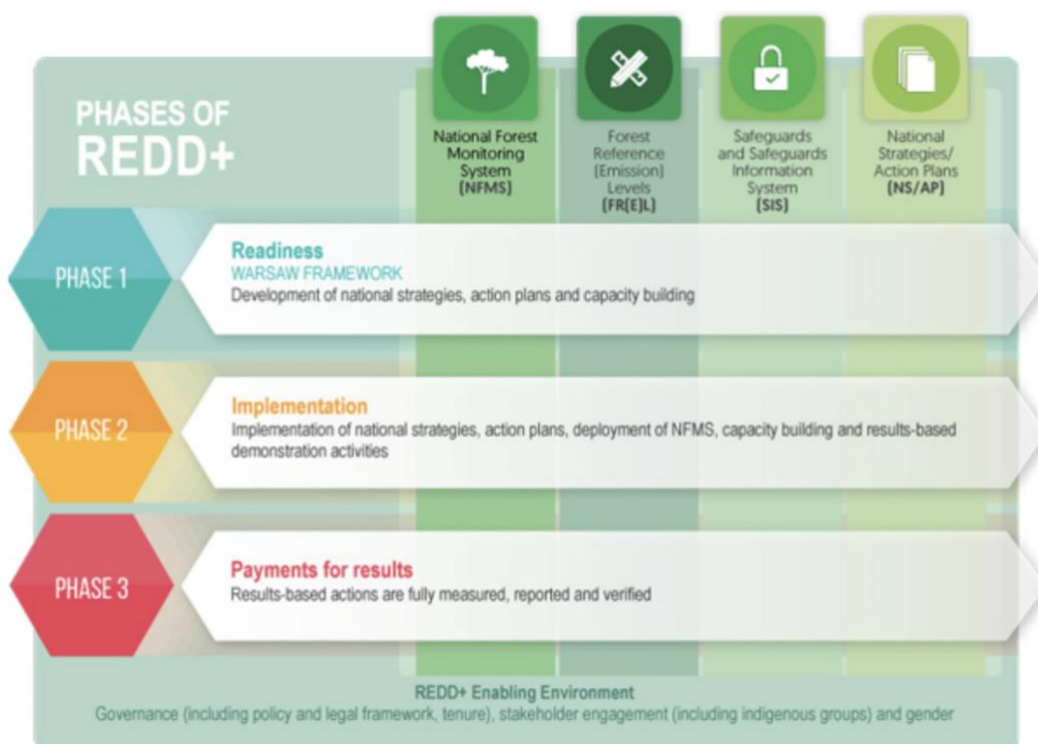


Figura 4 - Fasi REDD+

Fonte: <http://www.fao.org/redd/overview/en/>

Capitolo 2

QUALITATIVE SYSTEMATIC REVIEW

2.1 Revisione sistematica qualitativa della letteratura

1) Una revisione sistematica è un tipo di revisione della letteratura che impiega metodi dettagliati, rigorosi ed espliciti; una ricerca dettagliata della letteratura basata su una o più domande di ricerca o uno scopo mirato, è la caratteristica centrale di una revisione sistematica.

Questo tipo di revisioni sono chiamate qualitative perché il processo con cui vengono integrati i singoli studi comprende una sintesi e una critica dei risultati, derivati da metodi sistematici, ma non elaborano statisticamente i risultati di tutti gli studi esaminati. Grazie ai metodi rigorosi impiegati nella conduzione di revisioni sistematiche qualitative, esse sono una potente fonte basata su prove evidenti per ottenere informazioni scientifiche (Green et al. 2006). Quindi per elaborare una revisione occorre stabilire all'inizio dello studio gli obiettivi da raggiungere, che saranno poi chiaramente definiti dalle research question e dai criteri di ammissibilità, anch'essi predefiniti a monte dello studio. Per poter passare all'approccio operativo occorre scegliere quale procedimento codificato utilizzare, che sia riconoscibile e ripetibile da tutti come il metodo PRISMA o il metodo Cochrane Higgins et al., (2017)

Lo scopo di questa tesi è stato quello di effettuare una ricerca che tenta di identificare tutti gli studi che soddisfino i criteri di ammissibilità, e stilare una sintesi delle caratteristiche dei risultati degli studi inclusi.

2.2 La procedura PRISMA

Per effettuare le revisioni sistematiche qualitative, si possono seguire due tipi di procedure e sono: il metodo PRISMA o il Cochrane. Entrambi i modelli sono in egual modo validi, ma si è optato per il modello PRISMA in quanto più semplice, intuitivo ed in linea con gli obiettivi della tesi Jahan et al. (2016).

Figura 5 - Logo delle banche dati utilizzate per la nostra ricerca (WOS – SCOPUS – Carrot2)

Si è rigidamente seguito la checklist che il modello PRISMA mette a disposizione per effettuare una revisione sistematica qualitativa, alcuni passaggi sono stati semplificati e sono stati eliminati quelli necessari per applicare lo studio di meta-analisi che non è stata effettuata in questo studio. Le principali fasi sono quelle di scoping/searching, screening ed eligibility.

Tabella 2 - Checklist PRISMA

Section/topic	#	Checklist item
TITLE		
Title	1	Identify the report as a systematic review, meta-analysis, or both.
ABSTRACT		
Structured summary	2	Provide a structured summary including, as applicable: background; objectives; data sources; study eligibility criteria, participants, and interventions; study appraisal and synthesis methods; results; limitations; conclusions and implications of key findings; systematic review registration number.
INTRODUCTION		
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of what is already known.
Objectives	4	Provide an explicit statement of questions being addressed with reference to participants, interventions, comparisons, outcomes, and study design (PICOS).
METHODS		
Protocol and registration	5	Indicate if a review protocol exists, if and where it can be accessed (e.g., Web address), and, if available, provide registration information including registration number.
Eligibility criteria	6	Specify study characteristics (e.g., PICOS, length of follow-up) and report characteristics (e.g., years considered, language, publication status) used as criteria for eligibility, giving rationale.
Information sources	7	Describe all information sources (e.g., databases with dates of coverage, contact with study authors to identify additional studies) in the search and date last searched.
Search	8	Present full electronic search strategy for at least one database, including any limits used, such that it could be repeated.
Study selection	9	State the process for selecting studies (i.e., screening, eligibility, included in systematic review, and, if applicable, included in the meta-analysis).

Data collection process	10	Describe method of data extraction from reports (e.g., piloted forms, independently, in duplicate) and any processes for obtaining and confirming data from investigators.
Data items	11	List and define all variables for which data were sought (e.g., PICOS, funding sources) and any assumptions and simplifications made.
Risk of bias in individual studies	12	Describe methods used for assessing risk of bias of individual studies (including specification of whether this was done at the study or outcome level), and how this information is to be used in any data synthesis.
Summary measures	13	State the principal summary measures (e.g., risk ratio, difference in means).
Synthesis of results	14	Describe the methods of handling data and combining results of studies, if done, including measures of consistency (e.g., I^2) for each meta-analysis.

Risk of bias across studies	15	Specify any assessment of risk of bias that may affect the cumulative evidence (e.g., publication bias, selective reporting within studies).
Additional analyses	16	Describe methods of additional analyses (e.g., sensitivity or subgroup analyses, meta-regression), if done, indicating which were pre-specified.

RESULTS

Study selection	17	Give numbers of studies screened, assessed for eligibility, and included in the review, with reasons for exclusions at each stage, ideally with a flow diagram.
Study characteristics	18	For each study, present characteristics for which data were extracted (e.g., study size, PICOS, follow-up period) and provide the citations.
Risk of bias within studies	19	Present data on risk of bias of each study and, if available, any outcome level assessment (see item 12).
Results of individual studies	20	For all outcomes considered (benefits or harms), present, for each study: (a) simple summary data for each intervention group (b) effect estimates and confidence intervals, ideally with a forest plot.
Synthesis of results	21	Present results of each meta-analysis done, including confidence intervals and measures of consistency.
Risk of bias across studies	22	Present results of any assessment of risk of bias across studies (see Item 15).
Additional analysis	23	Give results of additional analyses, if done (e.g., sensitivity or subgroup analyses, meta-regression).

DISCUSSION

Summary of evidence	24	Summarize the main findings including the strength of evidence for each main outcome; consider their relevance to key groups (e.g., healthcare providers, users, and policy makers).
Limitations	25	Discuss limitations at study and outcome level (e.g., risk of bias), and at review-level (e.g., incomplete retrieval of identified research, reporting bias).

Conclusions	26	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence, and implications for future research.
FUNDING		
Funding	27	Describe sources of funding for the systematic review and other support (e.g., supply of data); role of funders for the systematic review.

Fonte: <http://prisma-statement.org/>

2.3 Principali differenze fra systematic review e meta-analisi

Come abbiamo detto nel paragrafo precedente, una revisione sistematica qualitativa è un tipo di revisione della letteratura che impiega metodi dettagliati, rigorosi ed espliciti. Viene chiamata qualitativa perché il processo con cui vengono integrati i singoli studi comprende una sintesi e una critica dei risultati derivati da metodi sistematici, ma non elabora statisticamente i risultati di tutti gli studi esaminati. Quando invece sono presenti approcci quantitativi e non qualitativi, ciò implica che i testi esplicitino risultati numerici e non teorici; le metodiche di studio sono simili o comparabili, si può effettuare una revisione sistematica quantitativa attraverso la meta-analisi. Non essendo presente in questi articoli le condizioni necessarie per effettuare una revisione quantitativa, si è optato per una revisione qualitativa dei testi selezionati.

Capitolo 3

RISULTATI

PROCEDIMENTO PER LA SELEZIONE DEGLI ARTICOLI

3.1 Fase di ricerca e identificazione

Prima di iniziare la fase di ricerca, a monte di tutto lo studio vengono definite le research question, ossia le domande su cui è basato lo studio che si è andato ad affrontare e sono le seguenti:

- Quali sono i principali fattori d'influenza del mercato del carbonio?
- Fattori di influenza per la determinazione e la volatilità del prezzo dei permessi negoziabili di inquinamento

Si è andati quindi ad effettuare una revisione sistematica qualitativa basata sugli studi disponibili nelle principali banche dati scientifiche, almeno due, ossia Scopus e Web Of Science (WOS), e su una selezionata letteratura grigia di alta qualità nel campo della dimensione economica del mercato del carbonio, il sito utilizzato è stato Carrot2. Si è inoltre reso necessario l'utilizzo del sito Research Gate per poter richiedere quei articoli che non erano accessibili direttamente nelle banche dati. Si è optato per una review qualitativa, essendo la scelta migliore quando ci troviamo davanti ad un gruppo di studi che sono talmente diversificati dal punto di vista metodologico da rendere impraticabile la meta-analisi, e quando approcci concettuali e di metodo applicato alla ricerca su un argomento sono cambiati nel tempo ed è utile rivedere tutte queste ricerche, come si è cercato di fare, Siddaway (2014).

I termini di ricerca stabili all'inizio dello studio sono utilizzati, per cercare in almeno due diverse banche dati elettroniche ossia Scopus e Web of science. (Tabella 3)

Raggiunta questa fase, l'obiettivo è stato di trovare tutti i lavori disponibili, pubblicati, che rispondevano alle nostre research question, resi operativi attraverso i termini di ricerca.

La procedura è stata seguita rigorosamente seguendo questi passaggi:

- Selezione delle banche dati che sono rilevanti per la nostra area tematica (Scopus e WOS)
- Preso in considerazione solo alcune parti specifiche dell'articolo (titolo, abstract e keywords)

- abbiamo utilizzato l'operatore di ricerca booleano "AND", che ci ha consentito di utilizzare le parole chiave contemporaneamente senza escludere nulla al fine di allargare la ricerca.

- abbiamo utilizzato le virgolette come simboli di unione (es. "carbon price") questo ci ha consentito che le due parole dovessero per forza trovarsi vicino, tutto ciò per evitare una quantità di articoli che sarebbero poi stati completamente fuori tema.

- Abbiamo utilizzato un simbolo di troncamento per cercare tutte le parole che iniziano con una particolare combinazione di lettere ("*"), (es. immettendo la parola pric* il database immetterà tutte le combinazioni possibili come price, pricing o priced).

Il passaggio successivo è stato quello di leggere solo alcuni abstract dei più recenti articoli presenti, e valutare se le nostre keywords avessero inquadrato la tematica cercata.

Successivamente abbiamo condotto una ulteriore ricerca nel sito di Carrot2 per verificare l'eventuale presenza di articoli rilevanti nella così detta "grey literature".

L'utilizzo dell'asterisco alla fine delle parole ci ha consentito di poter immettere più articoli possibili cercando di non tralasciare quelle che potevano esser state editate in maniera die. I limiti immessi all'interno del nostro studio sono stati l'utilizzo delle virgolette per far sì che la banca dati dovesse trovare solo le due parole all'interno degli articoli. Il risultato è stato di 128 documenti dopo aver tolto i duplicati da entrambe le banche dati e di due articoli presi dalla "grey literature".

I risultati della ricerca sono stati filtrati per ottenere la selezione degli studi rilevanti. I criteri di ammissibilità e di esclusione per la selezione degli studi si sono basati sulle domande di ricerca. Questi criteri prevedevano che dopo una attenta lettura dei titoli e dell'abstract, essi dovevano contenere informazioni riguardante il prezzo dei permessi negoziabili d'inquinamento, della volatilità del prezzo ed avere un'area di studio a livello globale o che almeno i dati forniti nel testo anche se specifici di uno Stato, fossero poi comparati al mercato generale del carbonio. La ricerca della letteratura si è conclusa il 14 gennaio 2020.

Successivamente nella fase di "scoping", sono state effettuate varie ricerche ed è stato accertato che non fossero state pubblicate "review" qualitative sullo stesso argomento. Le parole chiave rilevanti sono state immesse nelle banche dati ricercando in campi specifici come "title", "abstract" e "author keywords", raggruppate nella tabella 3.

Tabella 3 - Elenco dei termini di ricerca utilizzati in questo studio.

Database	Termini applicati
Scopus	"Carbon Pric*"
Web of Science	"Emission Trad*"
Carrot2	"Carbon Market*"

Al termine di questa fase si è totalizzato un numero di 180 articoli comprensivi di entrambe le banche dati utilizzate e la grey literature.

3.2 Fase di screening

Conclusa la fase di ricerca si sono esportati i dati rilevate dalle due banche dati in excel per vagliare ed eliminare eventuali dopponi presenti nella fase successiva.

Le ricerche hanno prodotto 128 documenti nella piattaforma di Scopus, 50 documenti in quella di Web Of Science e successivamente incluso i 2 articoli reputati per noi rilevanti dalla grey literature.

Si noti come i 50 documenti di WOS erano tutti presenti nella piattaforma di Scopus, quindi al termine della ricerca nelle banche dati con successiva eliminazione dei dopponi, si è totalizzato un numero di 130 articoli. Illustriamo ora la situazione di questi:

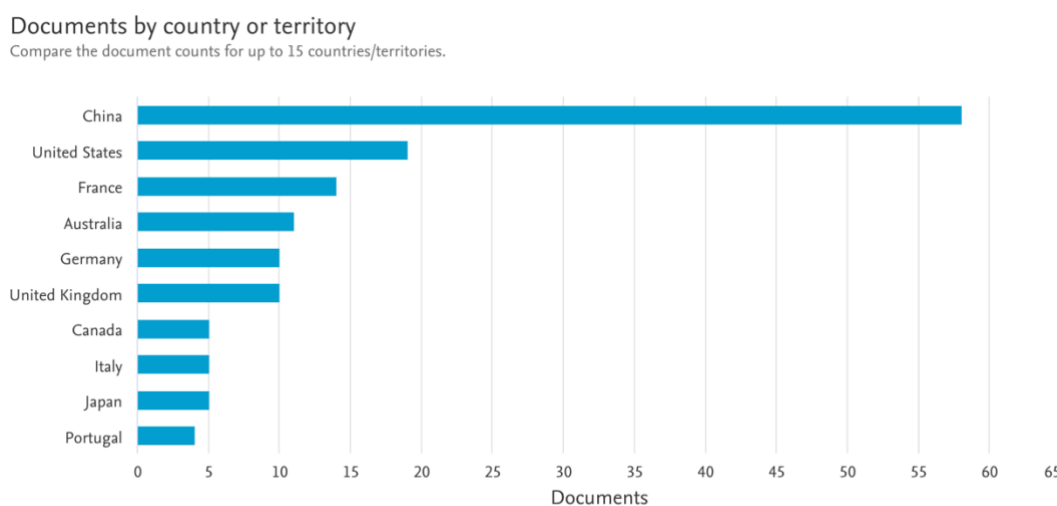


Figura 6 - Documenti suddivisi per area geografica

Fonte: Elaborazioni grafiche Scopus

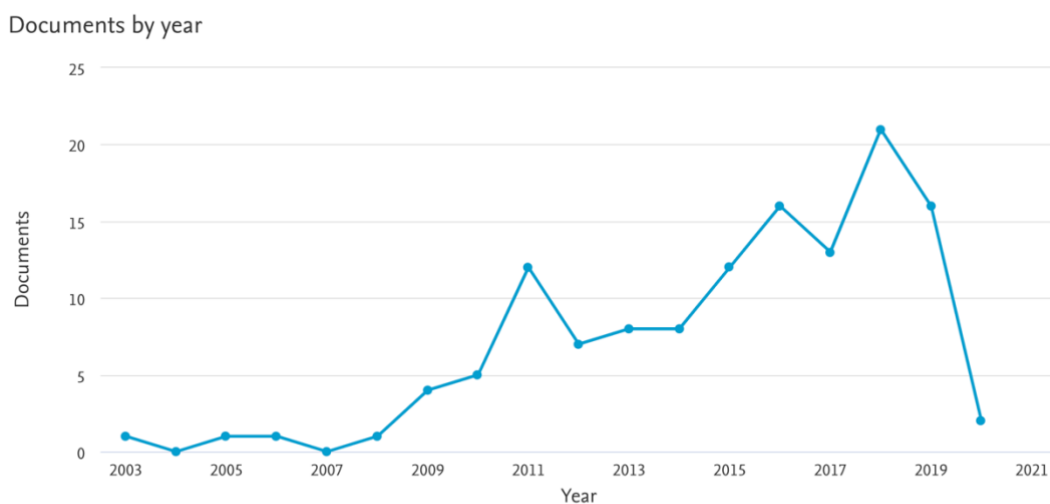


Figura 7 - Numero di documenti pubblicato per anno

Fonte: Elaborazioni grafiche Scopus

Documents by subject area

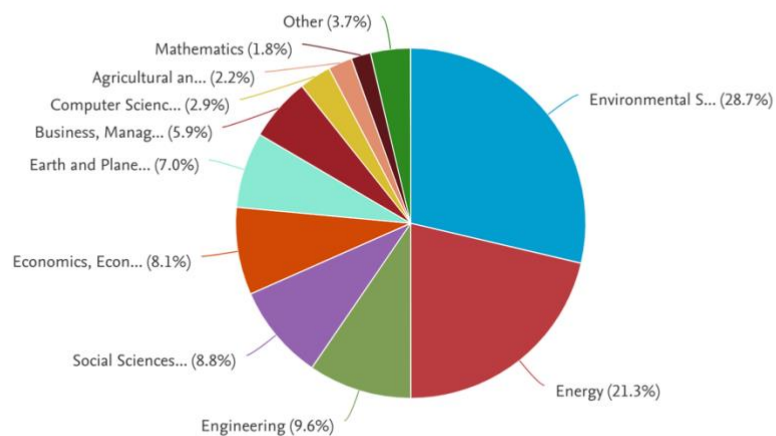


Figura 8 - Documenti suddivisi per subject area

Fonte: Elaborazioni grafiche Scopus

Successivamente per un'ulteriore analisi si è andati a creare delle mappe, con l'utilizzo del programma VOSviewer, al cui interno sono state immesse tutte le keywords degli autori

presenti nei 130 articoli, per osservare ed analizzare come queste sono interconnesse ed evolvono. Nella Figura 9 si può osservare il network delle keywords dove ogni colore rappresenta un gruppo diverso, l'ampiezza del cerchio dimostra graficamente quanto una parola chiave sia presente nei testi o meno. Nella Figura 10 invece si è fatta una suddivisione temporale delle keywords. Il verde chiaro e il giallo indicano le keywords più recenti in questi articoli e viceversa quelli con il colore verde scuro fino al blu indicano quelle più datate.

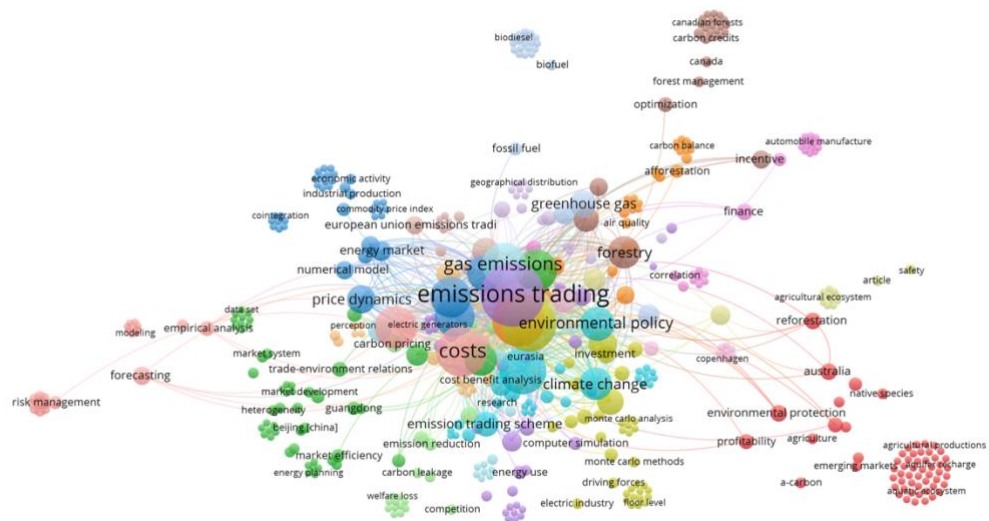


Figura 9 - Network di tutte le keywords

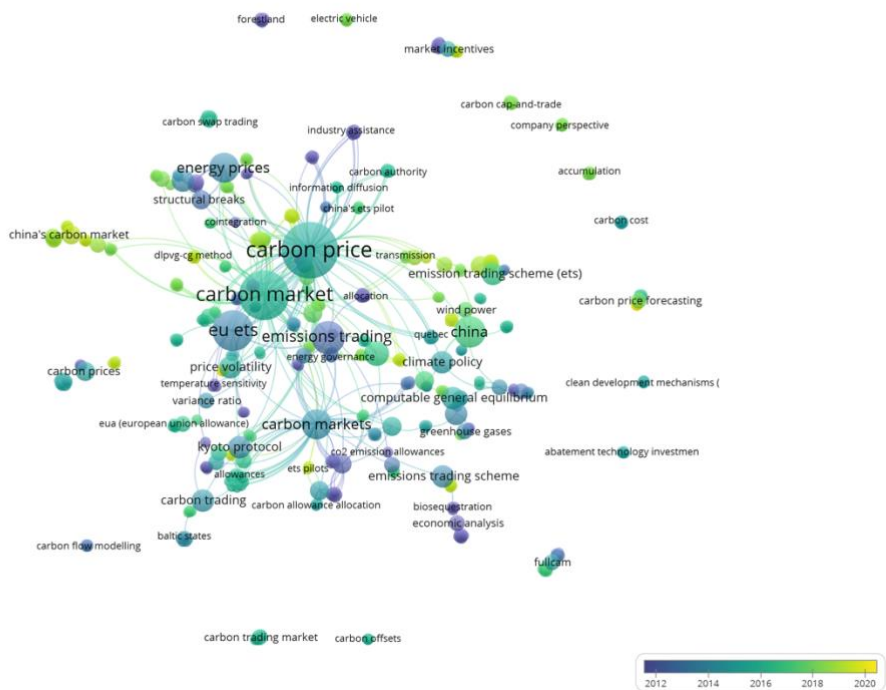


Figura 10 - Network delle keywords immerse dagli autori nel tempo

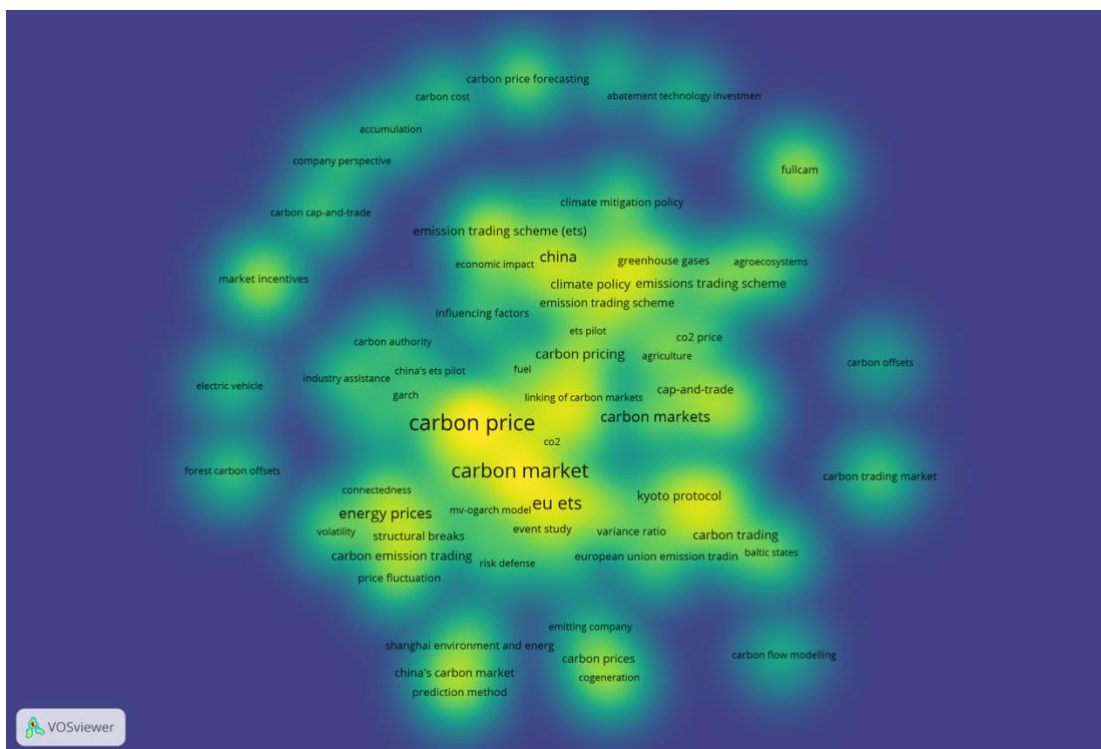


Figura 11 - Heatmap delle keywords immerse dagli autori

Nella figura 11 troviamo l'heatmap delle parole chiave dove l'intensità del colore giallo è proporzionale alla frequenza delle keywords sono presenti negli articoli.

Successivamente si è andati a leggere il Titolo e l'Abstract di tutte le opere identificate nella nostra ricerca, seguendo quindi i criteri di inclusione ed esclusione vedi (Tabella 4). Nella maggior parte dei casi la selezione o l'eliminazione degli studi è stata semplice anche se in alcuni casi il testo ha richiesto un'attenta lettura e completa per poter giungere alla decisione finale. Nei casi in cui il titolo e/o l'abstract suggeriscono che l'opera è potenzialmente eleggibile per l'inclusione (cioè può superare i nostri criteri di inclusione ed esclusione), si è andati a procurarci la versione integrale del testo che analizzeremo successivamente. In questa fase, dal punto di vista della sensibilità possono esserci degli errori di sovrannumero di articoli (individuazione del maggior numero di articoli) in modo da non perdere nulla. Ai fini della descrizione dello screening, è sufficiente fare un elenco del numero di articoli rifiutati (invece di annotare le ragioni per l'esclusione di ogni studio), Siddaway (2014).

Alla fine di questa fase sono stati eliminati 92 articoli che secondo i criteri di esclusione/eleggibilità non corrispondevano a quanto prefissatoci.

Tabella 4 - Criteri di ammissibilità o esclusione utilizzati nel nostro studio

Criterio	Ammissibilità	Esclusione
Luogo	Mondo	Tutti quei articoli che trattano un'area circoscritta (città pilota, regioni, piani sub-nazionali)
Metodologia	Review della letteratura, analisi econometriche, stime del prezzo dei crediti	Tutto il resto
Stato di pubblicazione	Pubblicato e fruibile on-line	Tutti quei articoli dove non c'è una fonte certa
Tipo di letteratura	Articoli scientifici, review o una selezionata "grey literature"	Tutto il resto

3.3 Fase di ammissibilità

In questa fase l'attenzione si sposta dalla generalità della selezione, alla specificità (ci siamo accertati attentamente che gli studi potenzialmente idonei siano effettivamente pertinenti e appropriati per l'inclusione); è stato necessario setacciare la versione integrale degli articoli selezionati per vedere se ciascuno di essi fossero effettivamente idonei per l'inclusione. Gli articoli che sono risultati dubbi hanno ricevuto una successiva analisi individuale da parte mia e del Prof. Danilo Gambelli, che ci ha portato ad elaborare una soluzione convergente. Per una maggiore trasparenza dell'analisi fatta si è motivato l'esclusione degli articoli. Quando si identifica un lavoro idoneo, è necessario estrarre con attenzione ed accuratamente tutte le informazioni rilevanti per l'inclusione. Le informazioni che abbiamo estratto si riferiscono principalmente ai nostri criteri di inclusione e di esclusione e alle nostre reasearch question.

Nella fase di ammissibilità dopo aver letto e selezionato tutti gli articoli ne sono stati eliminati 4 ritenuti superflui ai fini della review vedi (Tabella 5).

Tabella 5 - Commento degli articoli eliminati

Articolo	Commento
Berta et al. (2017) - Transactions in the European carbon market: a bubble of compliance in a whirlpool of speculation	Tematica specifica delle bolle speculative ma nel merito tratta più del volume scambiato all'interno dell'eu ets, niente in merito alla volatilità del prezzo o alla formazione in merito ad esso.

Feng et al. (2016) - The impact of expectations of returns and investment time scales on carbon price: findings from EU ETS

Egenhofer (2013) - The Growing Importance of Carbon Pricing in Energy Markets

Le informazioni presenti nell'articolo sono state ritenute fondamentali nella parte introduttiva di questa tesi ma non ai fini delle research question.

Fankhauser & Hepburn (2010) - Designing carbon markets. Part I: Carbon markets in time

Articolo sempre molto specifico su analisi econometriche della volatilità ma senza alcun dato rilevante.

In particolare, i testi selezionati hanno fornito dati sull'andamento de prezzo dei permessi negoziabili d'inquinamento, nuovi modelli per il miglioramento del Emission Trading Scheme (ETS) attuale, principali fattori d'influenza del prezzo del mercato del carbonio ed infine analisi e proposte riguardante la politica mondiale e nazionale.

Al termine di questa fase gli articoli selezionati sono 34, di cui andremo successivamente a descrivere ognuno inserendoli in una tabella. Abbiamo anche in questo caso come nella fase di screening creato dei network per analizzare i le keywords degli articoli eletti.

Nella Figura 12 è possibile osservare non solo le parole chiave rimaste, che identificano gli argomenti centrali di questi articoli, ma come le varie keywords siano interconnesse fra di loro e frequentemente citate in più articoli.

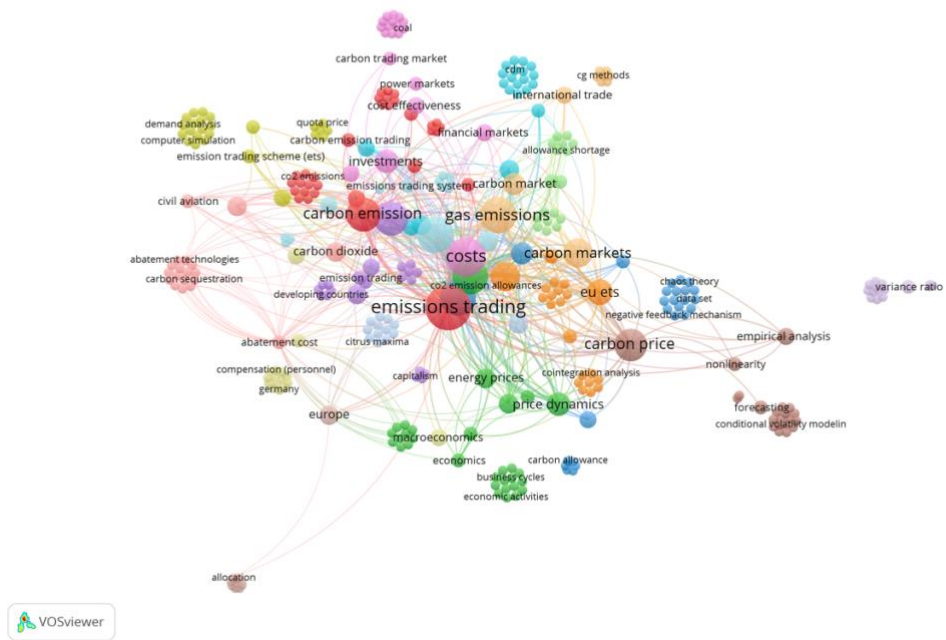


Figura 12 - Network delle index keywords dopo la fase di ammissibilità

Nella Figura 13 sono presenti solo keywords immesse dagli autori nel tempo, dove le blu/violacee indicano le keywords meno recenti, mentre le gialle indicano le più recenti.

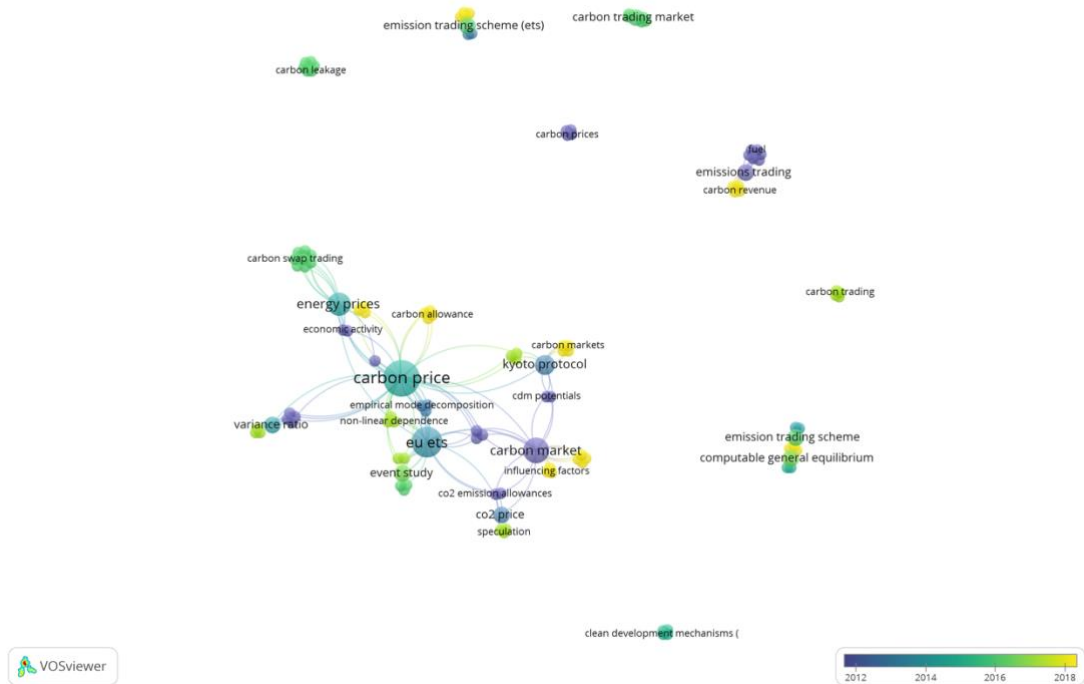


Figura 13 - Network delle keywords immesse dagli autori dopo la fase di ammissibilità

Osservando l'heatmap nella Figura 14 possiamo notare che più il colore giallo fluorescente si espande più la parola è presente nei nostri testi rimasti dopo la fase di ammissibilità, nella mappa si osserva chiaramente che insieme alle parole più importanti come carbon price, carbon market ed emission trading scheme; sono presenti parole chiave che trattano di analisi quasi sempre statistiche o econometriche.

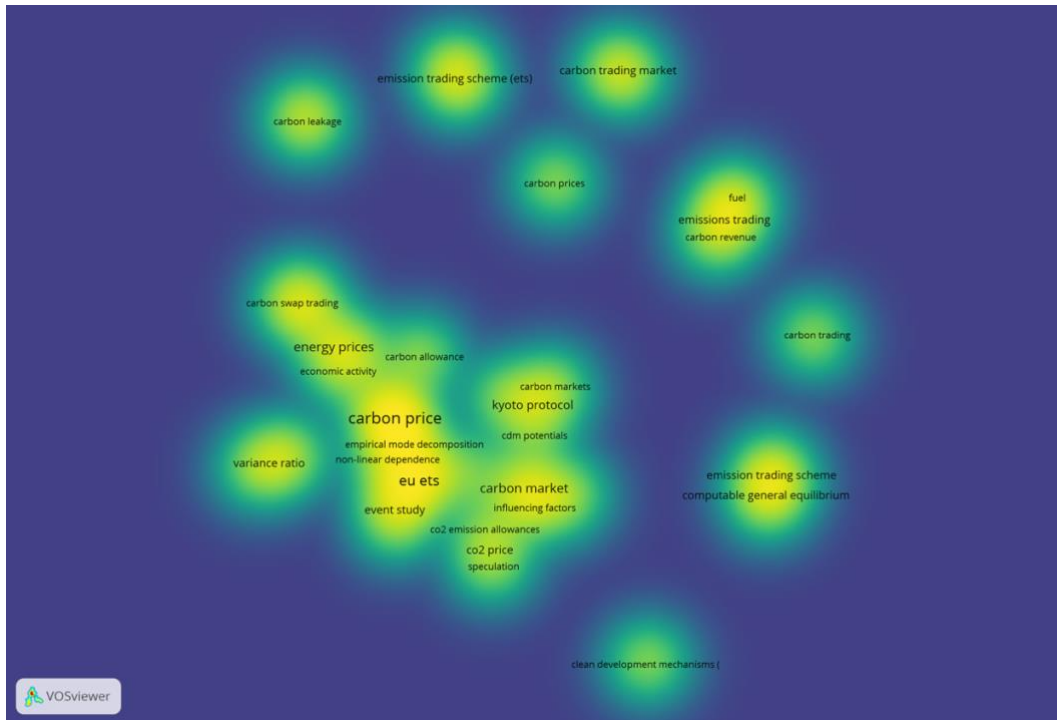


Figura 14 - Heatmap delle keywords immerse dagli autori dopo la fase di ammissibilità

Si è rigidamente seguito l'approccio del PRISMA in ogni suo punto, e nella Figura 15 viene riportato il diagramma che indica tutte le sue varie fasi con il numero degli articoli ammessi ed eliminati. Gli articoli presenti all'inizio dello studio erano 180 e si è raggiunto, alla fine di questa fase 34 articoli, gli stessi che sono stati poi accuratamente vagliati e studiati.



PRISMA Flow Diagram

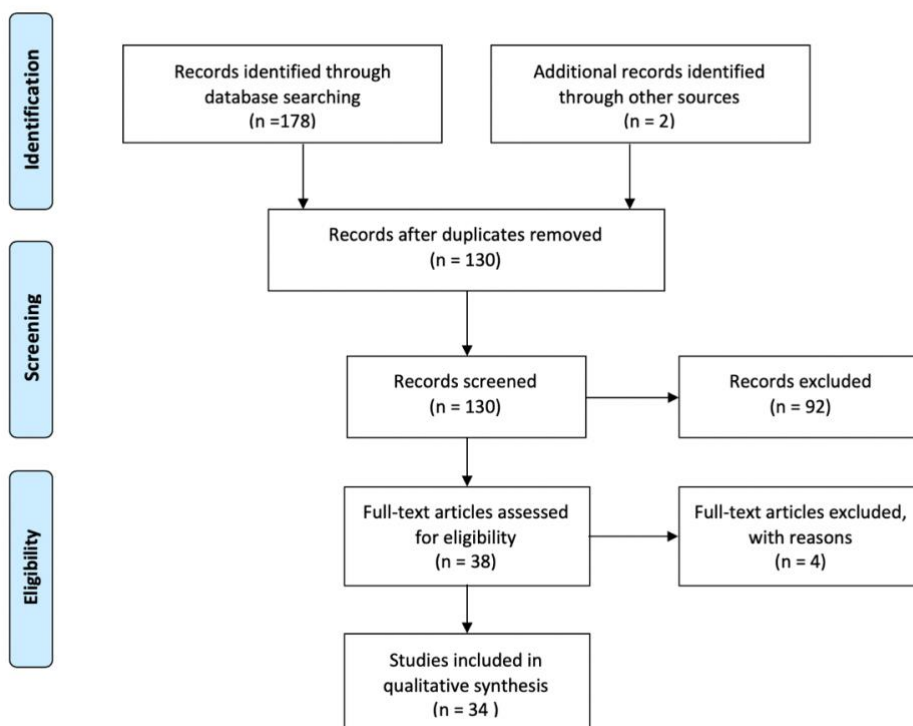


Figura 15 - Diagramma modello PRISMA

3.4 Risultati ottenuti

Completate le fasi precedenti, si è andati ad estrarre le informazioni principali di ogni articolo scientifico analizzato, i risultati sono stati divisi per autore, l'area geografica in cui è stato applicato lo studio ed infine il numero delle citazioni. Sono state costruite due tabelle per dividere gli articoli in base alle due research question poste all'inizio dello studio. Vedi Tabella 6 e Tabella 7.

Tabella 6 - Quali sono i principali fattori d'influenza del mercato del carbonio

Autori	Main Topics	Metodo	Area	citazioni
Michaelowa et al. (2019)	<ul style="list-style-type: none"> - fallimento dei CDM causato dalla mal gestione delle parti e dalla mancanza di esperienza/formazione dei paesi meno sviluppati - critica politica della gestione fallimentare prima dell'accordo di Parigi e incertezza nell'attuazione degli obiettivi prefissati. - condizioni fondamentali per il funzionamento dei mercati: (I) forza di volontà dei governi di creare una domanda diretta o indiretta di crediti di emissione (II) coinvolgimento diretto del settore privato è cruciale per mobilitare rapidamente attività di mitigazione di vario tipo e scala (III) l'integrità ambientale è cruciale per garantire credibilità e accettabilità in un momento in cui i mercati sono generalmente messi in dubbio (IV) complessità e i relativi costi di transazione devono essere gestiti con attenzione per non soffocare le attività del mercato stesso 	Analisi della letteratura	Globale	0
Zhang & Sun (2016)	In questo studio viene presentata un'analisi statistica che misura le ricadute di volatilità nel tempo tra il mercato del carbonio e quello dell'energia. Si evidenzia che il mercato del petrolio può aggravare la volatilità del mercato del carbonio inoltre, che la volatilità del mercato del carbonio può intensificare la volatilità del mercato del gas nel suo complesso.	Analisi statistica	Globale	40
Guo et al. (2018)	Questo studio tratta del crollo del prezzo dei permessi negoziabili d'inquinamento nella prima fase dell'EU-ETS causato dalla sovra allocazione dei permessi. Vengono date possibili soluzioni per contrastare il problema della sovrallocazione come l'inasprimento dei tetti di allocazione nella fase II, incentivare la vendita all'asta perché hanno un effetto positivo ed infine ridurre il totale delle quote	Analisi econometrica	Europa	4

	assegnate (Cap), perché può spingere ad adottare nuove tecnologie e business sostenibili.			
Yu et al. (2018)	Analisi econometrica che mette in relazione l'impatto del mercato ETS Cinese nei confronti del PIL dello stesso, vengono riportato che il mercato del carbonio può avere un effetto negativo sul PIL nel breve termine e affermano che questa analisi può essere utilizzata come termometro di stato per il mercato. Un prezzo dei crediti troppo alto incide negativamente sulla crescita del PIL.	Analisi econometrica	Cina	12
Tang et al. (2017)	In questo studio statistico troviamo analisi interessante sullo stato del mercato così sintetizzate: -Il mercato del carbonio non è più un mercato sensibile alla temperatura e il prezzo del carbonio non è influenzato in modo significativo dai cambiamenti stagionali. - il governo dovrebbe offrire un sostegno politico o fiscale per tutelare gli interessi dei soggetti responsabili delle emissioni. - Il prezzo del carbonio è diminuito drasticamente a causa della lentezza dei negoziati internazionali sul clima, della recessione economica in Europa e delle eccessive distribuzioni delle quote di carbonio causate da problemi di progettazione dei meccanismi.	Analisi statistica	Globale	10
Martínez de Alegría et al. (2017)	In questo studio gli autori fanno un'analisi della situazione economico politica sullo stato attuale del mercato EU-ETS e dei meccanismi flessibili CDM e JI. Si denota un totale fallimento dei progetti meccanismi flessibili a causa della mal gestione fatta sia dai paesi donatori che dai paesi ospitanti questi progetti. Viene analizzato anche il mercato regolamentato Europeo criticandone la governance fatta nell'ultimo decennio; ed il fatto che un prezzo troppo basso delle EUA non incentivano lo sviluppo di questo mercato.	Analisi economica	Spagna	1
Cretí & Joëts (2017)	Sintetizziamo analisi statistica fatta dagli autori analizzando i risultati: - La sovrallocazione ha portato il prezzo dei permessi a raggiungere un minimo di 2,81 euro il 23 gennaio 2013 - A partire dal 2017, il mercato del carbonio sarà conforme alle severe misure di regolamentazione finanziaria - Le allocazioni che ora sono regolamentate come attività finanziarie richiedono nuove pratiche di supervisione del mercato.	Analisi Statistica	Europa	13

	<p>- Le analisi delle bolle speculative potrebbero guidare gli interventi normativi volti a limitare i disallineamenti del prezzo del carbonio rispetto ai suoi fondamentali.</p> <p>- Non si può dire con un certo grado di fiducia se il prezzo della CO2 è "giusto", nel senso che riflette i costi marginali di abbattimento, o se c'è un cuneo di prezzo causato dai costi di transazione, dalla manipolazione dei prezzi, o da altre fonti di inefficienza.</p>			
Fan, Jia, Wang, & Xu (2017)	In questo studio viene mostrato tramite uno studio della letteratura presente che i trader del mercato EU-ETS sono esposti ad un rischio maggiore di calo dei prezzi nel momento in cui l'Europa effettua aggiornamenti normativi; quindi si nota che non è un bene che frequenti adeguamenti della politica perturbino il funzionamento del mercato. Quindi si dovrebbero fare considerazioni su come alleviare l'impatto del rilascio di aggiornamenti normativi per i policy maker; infine anche gli autori di questo studio consigliano la vendita all'asta delle EUA come soluzione migliore.	Analisi della letteratura	Europa	25
Christiansen et al. (2005)	In questo studio tramite un'analisi qualitativa della letteratura, vengono definiti quali sono secondo gli autori i principali fattori d'influenza del mercato del carbonio. Le questioni politiche, le azioni di governance e di aggiornamento del mercato sono la prima causa, i fondamenti del mercato come la domanda e l'offerta, sono invece il secondo fattore.	Analisi qualitativa della letteratura	Europa	75

Tabella 7 - Fattori di influenza per la determinazione e la volatilità del prezzo dei permessi negoziabili di inquinamento

Autori	Main Topics	Metodo	Area	Citazioni
Tan & Wang (2017)	In questo studio viene fatta un'analisi econometrica che mette in relazione il mercato del carbonio e quello dell'industria dell'energia elettrica. Si nota che, sia i prezzi dell'energia che i fattori di rischio macroeconomico hanno un impatto significativo sui prezzi del carbonio durante le tre fasi dell'EU ETS tuttavia, la dipendenza dell'EUA-energia è più forte. Date queste considerazioni si esortano le autorità di regolamentazione a prestare attenzione alle fluttuazioni del mercato dell'energia elettrica. Vengono poi esplicitati vari fattori d'influenza per la volatilità del prezzo come le tensioni geopolitiche, importanti eventi finanziari e i tassi d'interesse della Federal Reserve. Lo studio in questione consiglia di rendere ancor più stretta l'offerta di quote EUA o riacquistare le quote in eccesso.	Analisi econometrica	Europa	19
Gavard et al. (2016)	In questo studio viene fatta una analisi economica a livello Europeo. L'analisi fatta dagli autori ci mostra la possibilità di formare un mercato globale del carbonio, imponendo un limite delle transizioni dei permessi negoziabili di inquinamento fra i vari paesi che adottano il sistema ETS.	Analisi economica-econometrica	Europa	20
Brouwers et al. (2016)	Questo documento studia l'impatto delle pubblicazioni degli eventi di verifica delle emissioni nell'ambito dello European Emissions Trading Scheme (EU ETS). I risultati evidenziano che solo 2 eventi di verifica nel periodo 2006-2013 hanno portato a risposte di mercato statisticamente significative. I due eventi significativi sono stati le prime pubblicazioni della verifica finale delle emissioni, rispetto a quelle assegnate in ciascuna delle due fasi dell'EU ETS. Un mercato del carbonio con un prezzo delle quote significativo fornisce incentivi alle aziende, non solo per la riduzione delle emissioni ma anche per l'innovazione attraverso investimenti ecosostenibili.	Analisi della letteratura	Europa	6

Kanamura (2016)	In questo studio viene fatta un'analisi econometrica che mostra le elevate correlazioni dei prezzi EUA-CER durante i periodi di alti prezzi EUA, i quali derivano dalle operazioni di conversione del valore dei CER in EUA, mentre le elevate correlazioni dei prezzi EUA-CER durante il periodo di turbolenze finanziarie con bassi prezzi EUA sono dovute al calo dei prezzi dell'energia.	Analisi econometrica	Europa	17
Zhang (2016)	In questo studio viene effettuata un'analisi che porta a rivelare la necessità di revisione del meccanismo di allocazione dei permessi negoziabili d'inquinamento. Per quanto riguarda i meccanismi di formazione del prezzo del carbonio, la ricerca attuale si concentra principalmente sull'analisi statica e lineare, quindi viene consigliato di estendere gli studi verso indagini dinamiche e non lineari.	Analisi econometrica	Globale	7
Tang et al. (2015)	Questo studio esamina i rischi nel mercato CDM e nel mercato ETS dell'UE e analizza ulteriormente le frequenze di aumento del prezzo del carbonio e di riduzione dei rendimenti attesi. Le azioni di regolamentazione di mercato hanno un effetto più forte sul mercato ETS dell'UE, mentre il mercato CDM è facilmente soggetto a fattori esterni.	Analisi econometrica	Europa	4
Qi et al. (2015)	Questo studio mostra che il meccanismo di mercato, come la quota di permessi e i settori inclusi nell'ETS, può influenzare di molto il prezzo dei permessi sul mercato; in secondo luogo, sebbene il mercato delle emissioni possa aiutare a ridurre le emissioni di CO ₂ , può anche aumentare i costi di produzione nei settori ad alta intensità energetica e ridurre la loro competitività sul mercato globale. Sono presenti informazione per la formazione del mercato cinese ma ormai obsoleto.	Analisi economica - econometrica	Europa	0
Mo & Zhu (2014)	Gli autori tramite una analisi mostrano che prezzo minimo dei permessi per l'EU-ETS potrebbero essere fissati a circa 20 €/t di CO ₂ per stimolare l'investimento nella Carbon Capture Storage (CCS), mentre dovrebbe essere aumentato a 30 €/t di CO ₂ per promuovere sufficientemente l'abbattimento della CO ₂ .	Analisi economica - econometrica	Europa	9
Thema et al. (2013)	Lo studio stima che per il prezzo ottimale dei permessi negoziabili d'inquinamento per ottenere un miglioramento dell'uso finale dell'energia gravita intorno ad un range di 20-24 € per tutte e tre le fasi dell'EU-ETS.	Analisi della letteratura	Europa	11

Zhu et al. (2013)	In questo studio statistico si evincono le difficoltà che ci sono nel modellare la domanda e l'offerta in un mercato dinamico e instabile, è possibile solo nel breve termine, ma non hanno alcun significato economico. Il prezzo denota una buona correlazione a trend, sebbene il prezzo del carbonio fluttuerà drasticamente a causa di significative interruzioni di tendenza, tornerà alla tendenza dopo che l'influenza delle interruzioni di tendenza si sarà attenuata. Le interruzioni di tendenza significative, come i negoziati intergovernativi, i Piani di Assegnazione Nazionale e la crisi finanziaria globale, possono influenzare seriamente il prezzo del carbonio. L'interruzione di tendenza ha un effetto a lungo termine, minimo due anni e anche i 10 anni. il prezzo del carbonio è influenzato anche da molti altri fattori, come le condizioni meteorologiche estreme e la speculazione. Il prezzo del carbonio è composto da tre componenti: la componente ad alta frequenza, la componente a bassa frequenza e il residuo. Il residuo mostra l'andamento principale del prezzo del carbonio a lungo termine. La componente a bassa frequenza esprime gli effetti di significative interruzioni di tendenza che hanno un impatto a medio termine sul prezzo del carbonio. La componente ad alta frequenza mostra le normali fluttuazioni del mercato che hanno un impatto solo a breve termine sul prezzo del carbonio	Analisi statistica	Globale	27
Creti et al. (2012)	Questo documento analizza le determinanti del prezzo del carbonio durante le due fasi del sistema di scambio delle quote di emissione dell'Unione Europea; le variabili energetiche sono il fattore determinante dei prezzi EUA, dato che il settore elettrico è responsabile di quasi il 39% delle emissioni di CO2 in Europa. I Piani Nazionali di Assegnazione della Fase I sono stati troppo generosi, provocando un calo del prezzo spot dell'EUA da 29,5 € a meno di 12 € in pochi giorni.	Analisi econometrica	Europa	96
Chevallier (2011a)	Questo studio mostra un modello di stima del prezzo dei permessi negoziabili d'inquinamento tenendo conto dei due principali fattori, mercato dell'energia elettrica e l'attività economica del mercato.	Analisi statistica	Europa	24

Chevallier (2011b)	Questo studio mostra le variazioni del prezzo del carbonio tramite una dettagliata analisi econometrica. Le variazioni del prezzo delle EUA risiedono probabilmente nell'analisi dei fondamentali macroeconomici. Gli autori esaminano una serie di fattori che potrebbero potenzialmente influenzare i cambiamenti del prezzo dei permessi, e hanno identificato la produzione dell'industria dell'energia elettrica come il fattore che influenza in maniera più determinante.	Analisi econometrica	Europa	75
Feng et al. (2011)	In questo studio viene effettuata un'analisi econometrica per analizzare la volatilità del mercato EU-ETS. Gli autori mostrano che non è un mercato efficiente in forma debole e che l'informazione storica dei prezzi non si riflette pienamente nell'attuale prezzo del carbonio; questa influenza dello storico del prezzo del carbonio sull'andamento futuro del prezzo del carbonio è a breve termine, quindi ininfluenza per il mercato.	Analisi econometrica	Globale	86
Feng (2010)	In questa analisi statistica notiamo che il prezzo del carbonio è influenzato da eventi speciali come importanti comunicati stampa e crisi finanziarie; il mercato dell'ETS ha le proprietà generali del mercato. Le centrali elettriche sono il fattore d'influenza maggiore per il mercato regolamentato, più la domanda di energia è alta più le quote sono necessarie. In ultimo si è notato che l'andamento del prezzo del carbonio è influenzato dall'alta frequenza che è anche la più prevedibile perché influenzata solo dai fattori interni del mercato.	Analisi statistica	Globale	8
Carraro & Favero (2009)	I principali fattori che determinano i prezzi delle quote di CO2 possono essere suddivisi in due macro-categorie: questioni politiche e normative e fondamentali di mercato che riguardano direttamente la produzione di CO2 e quindi la domanda e l'offerta di quote di CO2. Gli autori stimano un prezzo dei permessi per il 2020 intorno ai 45 €/tCO2; ed in base al livello di riduzione da raggiungere i prezzi entro il 2050 possono raggiungere anche i 250 €/tCO2 nel caso di 450 ppm. Lo studio tratta anche della possibilità di un futuro mercato globale.	Analisi economica qualitativa	Europa	16
Zhang et al. (2019)	Entro la fine del 2017 sono stati messi in funzione 21 sistemi di scambio di emissioni di carbonio, che coprono il 15% delle emissioni globali, oltre il 50% del	Analisi econometrica	Globale	1

	PIL globale e quasi un terzo della popolazione mondiale. In questo studio viene effettuata un'analisi econometrica per determinare le complesse dinamiche del prezzo dei permessi negoziabili d'inquinamento.			
Ervine (2018)	Nel 2015 il 90% delle emissioni prezzo è inferiore a 30 €/tCO2 inferiore al prezzo che richiedono i modelli economici che va da 45-50 €/tCO2. L'analisi fatta dagli autori indica che nel 2030 il prezzo dovrebbe avere un range fra 80 – 120 €/tCO2 per rimanere negli obiettivi prefissati a Parigi dei 2° gradi.	Analisi della letteratura	Europa	4
Chen et al. (2017)	In questo studio tramite un'analisi econometrica gli autori ci mostrano che il mercato europeo del carbonio è scollegato dai fondamentali del mercato, il che può sollevare importanti preoccupazioni sulle prospettive e sulla fattibilità di questo mercato.	Analisi econometrica	Europa	6
Ji et al. (2018)	In questo studio di literature review si evidenzia passo dopo passo il meccanismo di formazione del prezzo del mercato regolamentato. Il prezzo del AAU è guidato dal costo marginale di abbattimento (MAC), e dall'elasticità fra domanda e offerta. La combustione di combustibili fossili è una delle principali fonti di anidride carbonica; e il prezzo dei combustibili fossili, inclusi petrolio, carbone e gas naturale, hanno un impatto importante sulla volatilità del prezzo del carbonio. Il prezzo del carbonio è anche fortemente influenzato dal clima e dai governi che intervengono direttamente sul mercato.	Literature review	Globale	7
Lin & Jia (2019)	Il prezzo dei permessi negoziabili d'inquinamento posti fra i 10 e i 20 €/tCO2 è l'opzione migliore per l'ETS nazionale cinese. Le centrali di energia elettrica sono più sensibili al prezzo dell'ETS rispetto ad altre industrie. Si nota nello studio come i bassi livelli di prezzo del carbonio non hanno alcun significato per la riduzione delle emissioni, viene enfatizzato come il prezzo dei crediti è inversamente proporzionale alla crescita del PIL nel breve periodo. Il prezzo medio dell'ETS Cinese gravita nel 2017 fra i 2-9 €/tCO2, non incentivando il mercato e con un minimo effetto di riduzione delle emissioni.	Analisi economica	Cina	7

3.5 Discussione

Dopo un'attenta analisi degli articoli presi in considerazione, i quali hanno superato i criteri dettati dall'approccio PRISMA, si è andati ad articolare la discussione cercando di dare una risposta di sintesi alle research question poste all'inizio di questo studio, e cercando di evidenziare eventuali analogie e punti di contatto fra le due tematiche analizzate. Gli articoli presenti nell'analisi di ammissibilità molto spesso trattavano di entrambe le research question contemporaneamente, perciò la suddivisione degli articoli, vedi Tabella 6 e Tabella 7, sono stati condotti sulla base di quanto l'argomento di una research fosse predominante sull'altro.

3.5.1 Quali sono i principali fattori d'influenza del mercato del carbonio?

I principali fattori d'influenza rispondenti alle research question sono evidenziati nella Tabella 6, i quali sono stati accuratamente estrapolati e sintetizzati in questa fase. Si è andati in primo luogo ad evidenziare gli articoli più citati; possiamo subito osservare nella Figura 16 che l'articolo meno recente è anche il più citato.

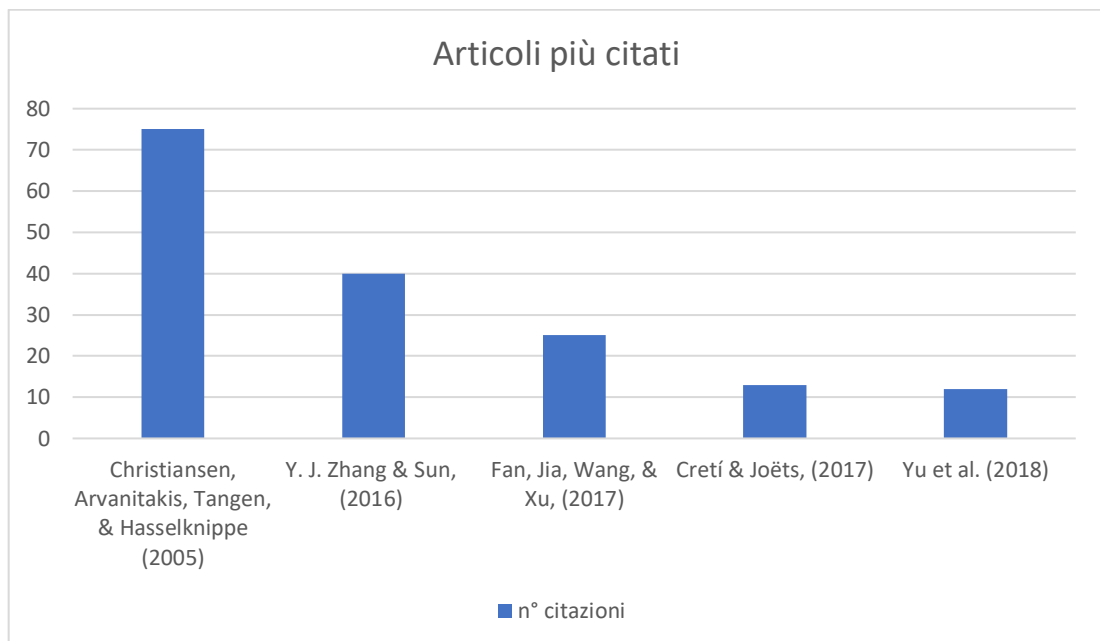


Figura 16 - Elenco degli articoli più citati nella prima research question

Si è andati poi successivamente a mostrare quale fosse il metodo di analisi più utilizzato nella nostra research e si è visto che: le analisi prevalenti sono quelle statistiche con tre articoli, seguite da due analisi della letteratura, due analisi econometriche, un'analisi qualitativa della letteratura ed infine un'analisi economica, vedi (Figura 17).

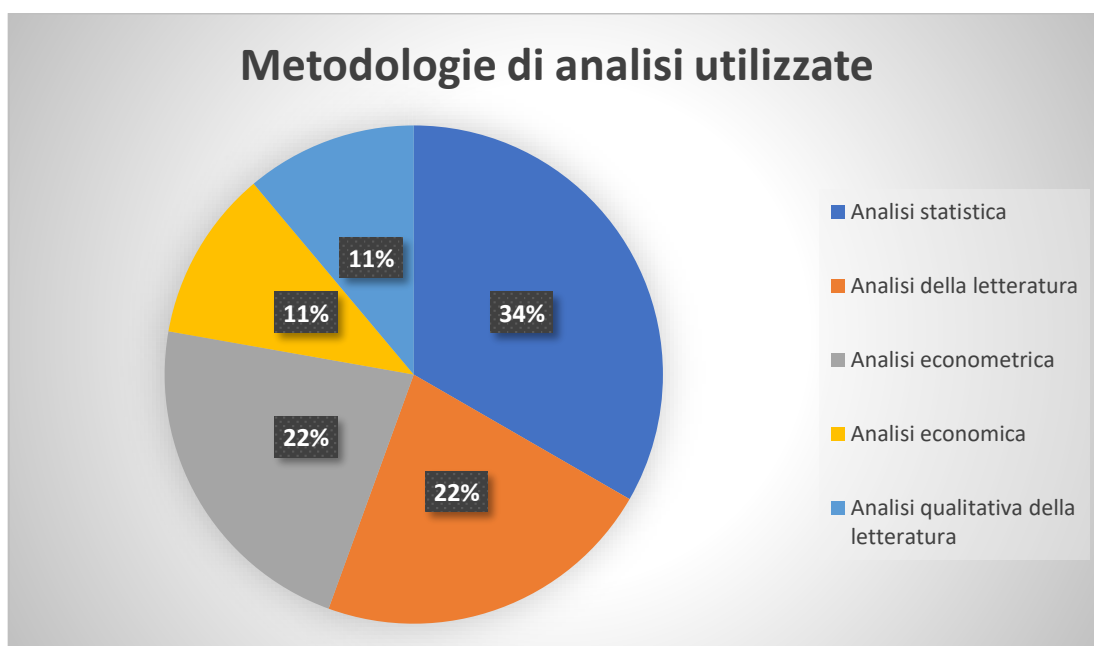


Figura 17 - Metodologie di analisi più utilizzate

I principali fattori d'influenza che rispondono alla nostra research li abbiamo così elencati:

- Industria dell'energia elettrica, combustibili fossili e gas naturale
- Politiche governative nei confronti del mercato regolamentato
- Fondamentali del mercato (domanda e offerta)
- Effetti del clima sul consumo di energia

I quattro fattori d'influenza sopra schematizzati non sono stati affrontati da tutti, né tanto meno con la stessa importanza, si è reso così necessario procedere con un ulteriore grafico che mettesse in evidenza quanto in percentuale questi fattori sono stati trattati dagli autori. Si può notare come il settore dell'energia elettrica e le politiche governative siano i fattori maggiormente trattati nella nostra research question. Questo dato dimostra che oltre alla grande correlazione della produzione dell'energia elettrica con il mercato regolamentato dei permessi negoziabili, gli autori cercano di dare soluzioni politiche da adottare per migliorare la governance del mercato del carbonio. (Figura 18).

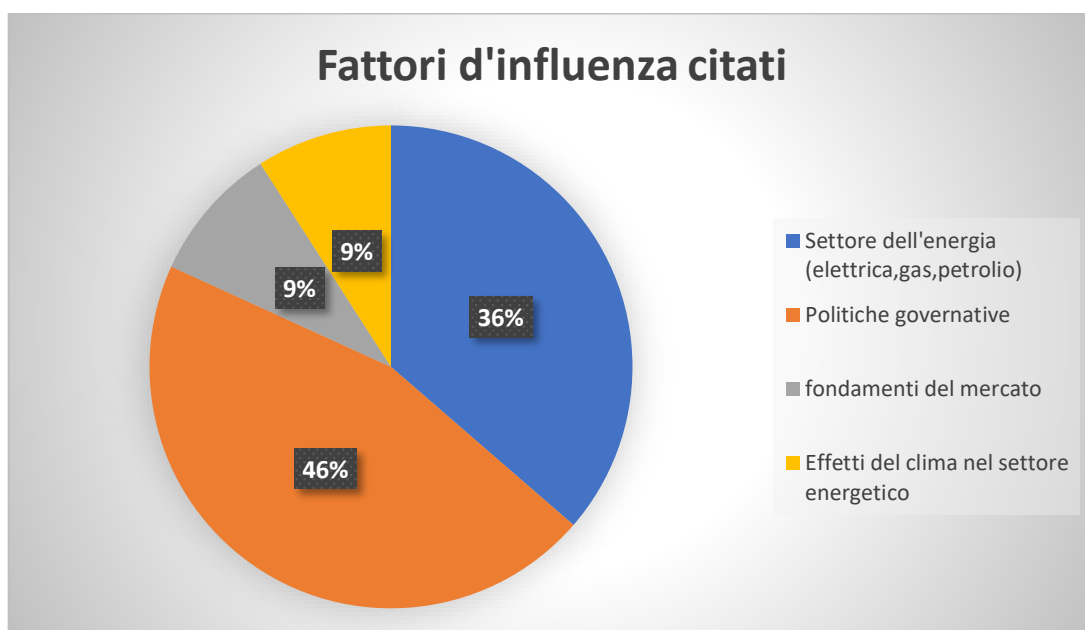


Figura 18 - Fattori d'influenza del prezzo dei permessi più trattati nella research question

Quasi il 40% degli studi analizzati riguardante l'analisi dei fattori d'influenza del mercato regolamentato dei permessi negoziabili d'inquinamento, mette al primo posto il settore dell'energia elettrica e ne discute molto attentamente Tan & Wang (2017), molto interessante anche l'analisi fatta da Zhang & Sun (2016) in cui non solo fa notare la stretta correlazione fra il consumo di energia elettrica, che come abbiamo visto è influenza fortemente il prezzo del carbonio ma da spunti invitando la governance a tener conto di questo fattore così determinante.

Anche Creti et al. (2012) già facevano notare come il settore dell'energia elettrica sia responsabile del 39% delle emissioni della CO2 da solo, e quindi naturale fattore d'influenza delle European Union Allowances. Oltre alla questione Energia Feng (2010) aggiunge che il mercato del carbonio è fortemente dipendente dalle crisi finanziarie e da importanti comunicati stampa politici ed infine dai fondamentali del mercato, quest'ultimi trattati anche nel testo di Chevallier (2011b).

Lo studio di Carraro & Favero (2009) ci mostra che il prezzo del carbonio può essere suddiviso in due macro categorie: quelle derivanti da questioni politico normative, e i fondamentali del mercato che riguardano direttamente la produzione della CO; analoghe considerazioni le ritroviamo anche nello studio di Christiansen et al. (2005). Altresi in aggiunta a quanto detto, Ji et al. (2018) trattano altri due fattori d'influenza, uno è il costo marginale di

abbattimento e solo lui ne parla come fattore importante e da tenere presente, ed in più mostra come il clima sia fattore determinante del prezzo del carbonio in quanto, “un inverno freddo porterà ad un consumo superiore di energia elettrica e quindi anche ad un aumento dei prezzi del carbonio”; ribadito anche da Zhu et al. (2013) che descrive chiaramente come condizioni climatiche estreme siano fattori d’influenza del mercato ETS. L’unico ad avere un parere contrario per quanto riguarda l’influenza del clima è Tang et al. (2017) ipotizziamo che i due risultati divergono per l’utilizzo di modelli di studio diversi.

Per quanto riguarda le azioni che la politica applica al mercato istituzionale dei permessi negoziabili d’inquinamento gli stessi Zhu et al. (2013) descrivono di come sia difficoltoso modellare la domanda e l’offerta in un mercato dinamico e instabile, con interventi efficaci solo nel breve periodo. Sono invece le interruzioni di tendenza significative, come i negoziati intergovernativi, i Piani di Assegnazione Nazionale e la crisi finanziaria globale, che possono influenzare seriamente il prezzo del carbonio nel lungo termine, e questi fattori hanno una durata d’influenza che va da un minimo di due anni fino anche ai 10 anni.

Lo studio effettuato da Fan et al. (2017) mostra che i trader del mercato sono probabilmente esposti al rischio di un calo dei prezzi EUA condizionato da aggiornamenti normativi, quindi non è bene che frequenti adeguamenti della politica perturbino il funzionamento stabile del mercato, e si dovrebbero fare considerazioni su come alleviare l’impatto del rilascio di aggiornamenti normativi per i policy maker. Gli adeguamenti effettuati da azioni politiche quindi influenzeranno sempre di più la domanda e l’offerta di quote. In ultimo si consiglia di favorire lo strumento dell’asta a discapito dell’allocazione gratuita dopo i disastri delle sovrallocazione delle EUA nell’EU-ETS. Anche Creté & Joëts (2017) tratta con attenzione la problematica della sovrallocazione, spiegando che questi permessi hanno raggiunto il minimo storico il 23 gennaio 2013 con un prezzo di 2,81 €/tCO₂e.. Conclude con “Non si può dire con un certo grado di fiducia se il prezzo della CO₂ è "giusto", nel senso che riflette i costi marginali di abbattimento, o se c’è un cuneo di prezzo causato dai costi di transazione, dalla manipolazione dei prezzi, o da altre fonti di inefficienza. Nella stessa maniera tratta la questione della policy Guo et al. (2018) ma aggiungendo che la politica deve diminuire ancora di più il numero di permessi totali (cap) di modo da incentivare ancor di più le grandi aziende a investire in tecnologie a bassa emissione di CO₂.

Ulteriore dato rilevante pubblicato da Michaelowa et al. (2019) è il fallimento dei CDM causato dalla mal gestione delle parti e dalla mancanza di esperienza/formazione dei paesi in via di sviluppo, c’è una forte critica politica della gestione fallimentare prima dell’accordo di Parigi e dell’incertezza nell’attuazione degli obiettivi prefissati post accordo. Le condizioni

fondamentali per questo mercato sono sia la forza di volontà dei governi di creare una domanda diretta o indiretta di crediti di emissione ed il coinvolgimento diretto del settore privato è cruciale per mobilitare rapidamente attività di mitigazione di vario tipo e scala. Anche se in un contesto inter regionale come quello della Spagna, gli autori Martínez de Alegría et al. (2017) esprimono una critica verso il totale fallimento dei progetti CDM.

3.5.2 Fattori di influenza per la determinazione e la volatilità del prezzo dei permessi negoziabili di inquinamento.

I fattori d'influenza per la determinazione e la volatilità del prezzo sono osservabili nella Tabella 7, ma prima siamo andati ad effettuare studi di analogie presenti e punti di contatto. Nel primo step si è andati ad analizzare gli articoli più citati e si osserva che a differenza della research question precedente l'articolo più citato non è il meno recente, vedi Figura 19.

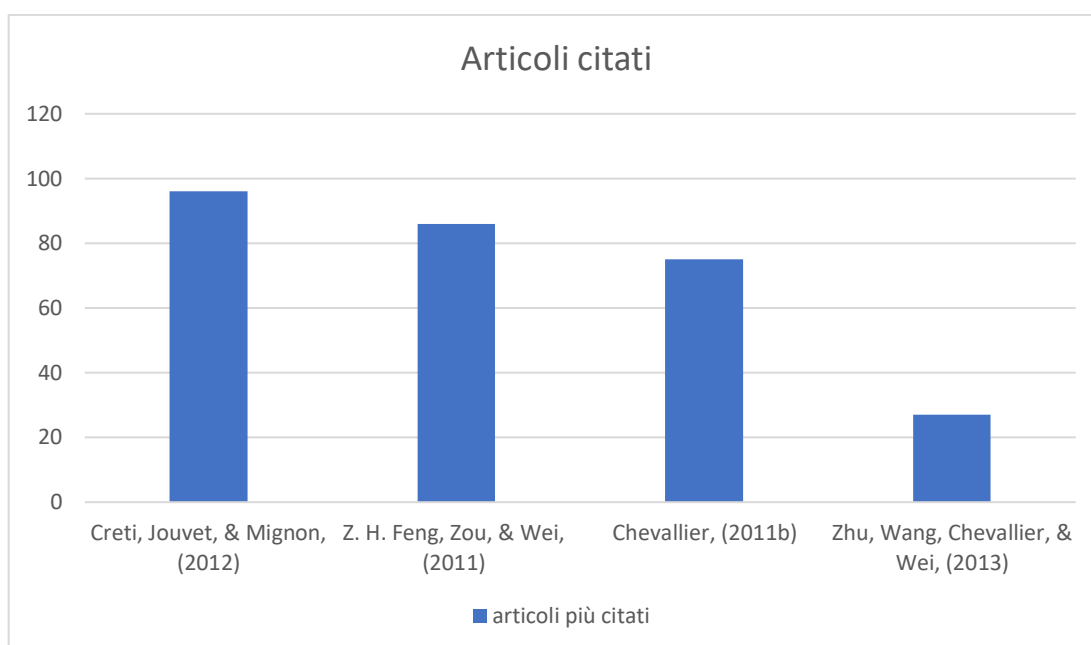


Figura 19 - Articoli più citati per la seconda research question

Successivamente si è messo in evidenza quale fosse il metodo più utilizzato all'interno degli articoli eletti per questa research question; l'analisi econometrica è senza dubbio la più adottata seguita dall'analisi della letteratura, vedi Figura 20.

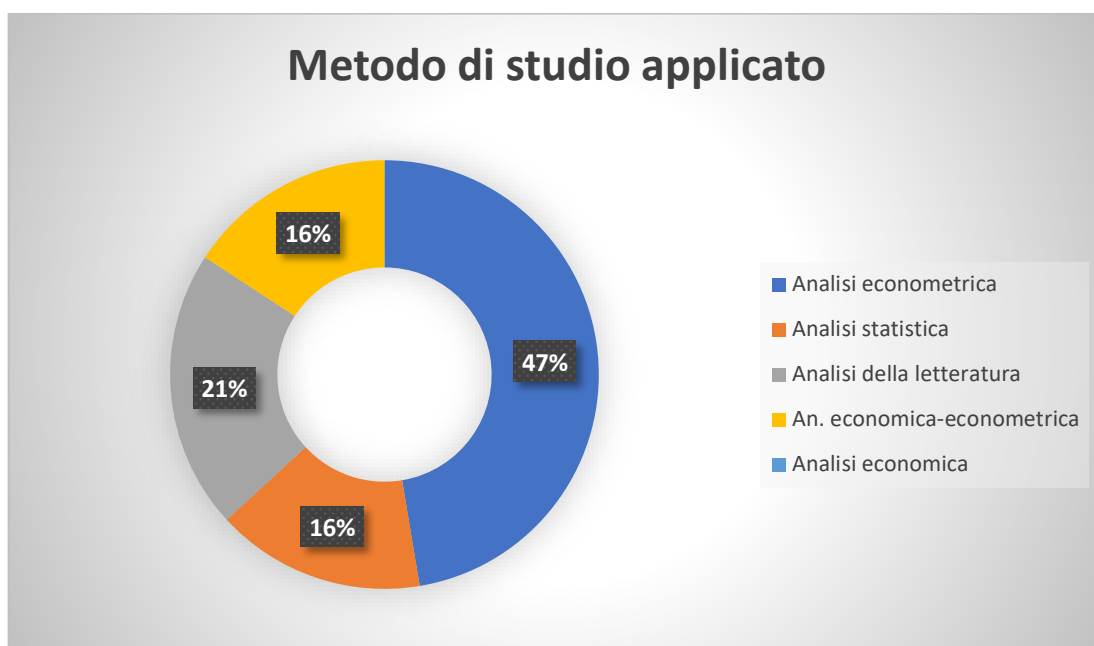


Figura 20 - Metodo di studio applicato

Successivamente si è andati ad osservare in quale area geografica venissero condotti il maggior numero di studi, si è visto che l'Europa con il suo EU-ETS è tutt'oggi l'area maggiormente studiata, un solo caso di studio Cina e la restante parte che cerca di analizzare il mercato del carbonio nella sua totalità. (Tabella 8).

Tabella 8 - Area geografica dei casi studio

Area geografica	Numero di studi
Europa	14
Globale	6
Cina	1

In questa fase sono state analizzate e sintetizzate le principali tematiche studiate negli articoli della (Tabella 7).

Si è visto che il prezzo del carbonio è influenzato da una molteplicità di fattori, sia interni del mercato stesso che esterni. Pochi autori si sono approcciati alla stima futura del prezzo dei permessi negoziabili d'inquinamento, per la presenza di molti fattori esterni che inficiano nel risultato. Di grande importanza è l'articolo di Zhu et al. (2013) in cui spiega che il prezzo del carbonio è composto da tre componenti: la componente ad alta frequenza, la componente a bassa frequenza e il residuo. Il residuo mostra l'andamento principale del prezzo del carbonio

a lungo termine. La componente a bassa frequenza esprime gli effetti di significative interruzioni di tendenza che hanno un impatto a medio termine sul prezzo del carbonio. La componente ad alta frequenza mostra le normali fluttuazioni del mercato che hanno un impatto solo nel breve termine sul prezzo del carbonio. Quindi possiamo dedurre che ci sono delle complessità nel prevedere il prezzo nel lungo termine, dettate dalla complessa prevedibilità dei fattori esterni o a propriamente detti a bassa frequenza. Uno dei pochi studi dal quale possiamo evincere la stima del prezzo futuro del carbonio è quello di Ervine (2018) infatti è anche un articolo recente, quindi possiamo ipotizzare che l'aumento del numero dei dati a disposizione dal 2005 ad oggi può consentire una migliore base di studio per la strutturazione di modelli di previsione, l'autore ci fa notare che nel 2015 il 90% delle emissioni hanno avuto un prezzo inferiore a 30 €/tCO₂, diversamente dai suoi modelli che indicavano un prezzo inserito in un range fra i 45-50 €/tCO₂. Quindi ci sono le prime constatazioni scientifiche che affermano che i prezzi del carbonio sono troppo bassi per essere efficaci nel contesto del mercato EU-ETS, ma che in compenso riusciamo a quantificare questi numeri. Nella sua analisi crea un modello previsionale in cui per rispettare gli obiettivi prefissati dall'accordo di Parigi nel 2030, ossia di rimanere al di sotto della soglia dei 2°C, i prezzi dovrebbero attestarsi intorno ad un range di 80 – 120 €/tCO₂. Un altro punto di vista interessante è quello di Mo & Zhu (2014) in cui tratta la possibilità di immettere nel sistema del mercato EU-ETS un prezzo minimo del carbonio che potrebbe essere fissato a circa 20 €/tCO₂ per stimolare l'investimento nella Carbon Capture Storage (CCS), mentre dovrebbe essere aumentato a 30 €/tCO₂ per promuovere sufficientemente l'abbattimento della CO₂, contestualizzato all'interno della terza fase dell'EU-ETS che si concluderà nel 2020. Un esempio di distorsione della previsione del prezzo nei confronti della realtà dei fatti l'abbiamo nel testo di Carraro & Favero (2009) in cui nel 2009 stimavano un prezzo previsto per il 2020 di circa 45 €/tCO₂ per tonnellata di CO₂ al fronte dei 25 euro attuali, vedi Ramstein et al. (2019), ciò ci fa dedurre che le difficoltà nella previsione del prezzo del carbonio sono elevate. Conclude dicendo che secondo i suoi modelli di sviluppo e in base all'obiettivo da raggiungere i prezzi entro il 2050 possono raggiungere anche i 250 euro per tons di CO₂ nel caso di 450 ppm. Anche Chevallier (2011a) ci fa notare che le azioni politiche e quindi i fattori di bassa frequenza (esterni al mercato) portano ad influire molto nel prezzo. L'unico studio che ci fa riflettere in merito è quello di Thema et al. (2013) in cui stimano il prezzo ottimale per ottenere il miglioramento dell'uso finale dell'energia ed esso gravita intorno ad un range di 20-24 euro per il periodo tre della fase di applicazione dell'EU-ETS, che come di sopra citato combacia con l'attuale prezzo dell'EUA. Questo studio ci fa pensare che il miglioramento dell'uso dell'energia stimato in EUA si scosta

dal valore necessario stimato per raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni. Per dare un'immagine chiara della difficoltà di previsione del prezzo dei permessi negoziabili d'inquinamento, si è andati a mettere in relazione la tabella 9 che mostra i prezzi minimi stimati dagli autori nella fase finale di questo studio, necessari per rendere efficace il mercato regolamentato dei permessi negoziabili d'inquinamento, e l'andamento dei prezzi dei permessi negoziabili d'inquinamento dell'EU-ETS dal 2008 al 2018, vedi (Figura 21).

Tabella 9 - stime dei prezzi minimi efficaci per il mercato EU-ETS presenti negli articoli per anno di riferimento

Autore	2015	2020	2030	2050
Ervine (2018)	40-50 €/tCO ₂			80-120 €/TCO ₂
Mo & Zhu (2014)	30 €/tCO ₂	30 €/tCO ₂		
Carraro & Favero (2009)		45 €/tCO ₂		250 €/tCO ₂
Thema et al. (2013)	20-24 €/tCO ₂	20-24 €/tCO ₂		

Price development and surplus in the EU ETS



Figura 21 - Andamento dei prezzi dell'European Union Allowances 2008-2018

Fonte: Federal Environmental Agency (UBA)

Infine oltre ai tanti modelli utilizzati per cercare di trovare una soluzione alla previsione del prezzo Gavard et al. (2016) parlano della possibilità di creare un mercato globale del carbonio imponendone dei limiti di scambio fra i paesi, molto interessante perché anche nella COP 25 si è parlato di questo tema. Ed infine Zhang et al. (2019) ci dice che entro la fine del 2017 sono stati messi in funzione 21 sistemi di scambio di emissioni di carbonio, che coprono il 15% delle emissioni globali, oltre il 50% del PIL globale e quasi un terzo della popolazione mondiale, critica dicendo che la ricerca attuale è insufficiente nonostante con tutti i suoi limiti il meccanismo ETS sia il mercato più grande al mondo volto all'abbattimento delle emissioni di CO₂.

3.6 Analisi del mercato forestale nella review

Per ampliare questo studio si è andati ad approfondire la nostra ricerca estraendo dagli articoli presenti le informazioni e i pareri nei riguardi del mercato forestale. Uno studio molto interessante riguarda la situazione dei progetti REDD+ in cui si dice che la collaborazione tra gli stakeholder nello sviluppo degli standard è fondamentale per garantire la qualità della governance dei meccanismi di sviluppo sostenibile, ma le risorse (o capacità) sono state costantemente valutate come l'indicatore più basso della qualità della governance. Questi risultati hanno implicazioni per i responsabili politici, i donatori e gli investitori quando si tratta di prendere decisioni sulla gestione sostenibile delle foreste per le attività future di riduzione delle emissioni. Nella pianificazione, nell'implementazione e nella valutazione di REDD+, affrontare le questioni economiche sarà una delle sfide principali. Cadman et al. (2017) Possiamo ben capire che quindi il progetto potrebbe anche aiutare l'ambiente nella sua totalità ed in particolare quei paesi in via di sviluppo in cui sono partiti i progetti REDD+ come Nepal, Papua Nuova Guinea e le comunità indigene che vivono in quei luoghi. I dati rilevanti sono la mal regolamentazione, la continua diminuzione degli investimenti che hanno portato a constatare varie problematiche, figlio anche di un minore interesse nei congressi dell'UNFCCC in cui di questi progetti se ne accenna in maniera molto superficiale, come già accaduto in precedenza per i progetti CDM l'incertezza della governance porta ad un costante decremento della funzionalità di questi progetti. Per quanto riguarda invece il contesto dei mercati volontari in cui il 90% di esso è costituito dallo stoccaggio del carbonio derivante dalle foreste, va considerato che questo non è un mercato regolamentato ma si basa fundamentalmente su tre principi cardine:

(1) contabilità del carbonio (addizionalità, baseline, perdite, quantificazione e contabilizzazione dei benefici dei gas serra, permanenza, prestazioni sociali e ambientali)

(2) monitoraggio, segnalazione e verifica (MRV), comprese le linee guida, la convalida e la verifica da parte di terzi e l'accreditamento delle istituzioni di validazione/verifica

(3) la registrazione e l'applicazione (evitare il doppio conteggio, l'utilizzo di registri indipendenti, la guida sulla proprietà e le responsabilità di inversione dei benefici dei gas serra).

Se tutte queste linee guida nel corso di questi progetti vengono rispettate ad ogni fase portano alla formazione dei permessi negoziabili volontari, Verified/Voluntary Emission Reduction. Il mercato volontario del carbonio, Over-The-Counter (OTC), è caratterizzato dalla frammentazione e dalla diversità degli attori con diversi contesti organizzativi ed è soggetto a uno sviluppo dinamico. I VER sono creati su base progettuale e gli scambi di crediti di carbonio avvengono su base volontaria e individuale. Non esiste un organismo incaricato di regolamentare la generazione e gli scambi di crediti di carbonio, né esistono regole formali comunemente accettate sulla qualità e lo scambio di crediti di carbonio. Alla luce della sua natura non regolamentata e della crescente quantità di transazioni, il controllo pubblico e l'attenzione dei media hanno messo sempre più in discussione la qualità delle compensazioni di carbonio delle foreste, dubitando che queste siano reali, aggiuntive e innocue per le persone e l'ambiente. Ulteriori critiche riguardano la complessità della misurazione, del monitoraggio e della verifica dei cambiamenti degli stock di carbonio forestale, nonché la capacità di far fronte in modo adeguato alle incertezze specifiche delle foreste in termini di permanenza, dispersione e integrità sociale e ambientale dei progetti di riduzione del carbonio forestale. Negli ultimi anni diverse organizzazioni non governative hanno sviluppato schemi di certificazione. Essi mirano a stabilire standard per diversi aspetti, come la quantificazione dei gas serra (GHG), per gli aspetti sociali e ambientali, per il monitoraggio, il reporting e la verifica, così come per la registrazione dei VER. Anche se questi standard costituiscono oggi una componente cruciale della funzionalità e della legittimità del mercato, la varietà e la diversità degli standard con vari scopi e approcci non è riuscita a generare trasparenza e ha portato a confusione tra i partecipanti al mercato per quanto riguarda la valutazione della qualità e dell'integrità dei crediti scambiati, Merger & Pistorius (2011).

Possiamo dire ad oggi che l'opacità e la mancata chiarezza dei processi di sviluppo di questi progetti, e la pessima trasparenza del mercato e l'assenza di un ente certificatore standard per tutti, porta a dirci che è un mercato totalmente da rivedere ma non da accantonare. La grave situazione che il mercato regolamentato del carbonio sta passando potrebbe risollevarsi un minimo, in prospettiva degli obiettivi prefissati per il 2050, se almeno una parte dei crediti dei mercati volontari potessero entrare nel circuito ETS. Si esorta quindi di effettuare futuri studi

in merito al problema sopracitato, al fine di standardizzare i progetti e migliorare la trasparenza dei mercati volontari e la chiara procedura di contabilizzazione dei carbon sink forestali.

CONCLUSIONI

L'obiettivo di questa tesi è stato quello di analizzare il mercato regolamentato dei permessi negoziabili d'inquinamento, attraverso il metodo della "qualitative systematic review"; cercando rispondere alle research question poste all'inizio di questa ricerca che sono:

- Quali sono i principali fattori d'influenza del mercato del carbonio?
- Fattori di influenza per la determinazione e la volatilità del prezzo dei permessi negoziabili di inquinamento

Si è seguito passo dopo passo tutta la procedura d'approccio dettata dal metodo PRISMA. A monte di questo studio erano presenti 180 articoli nella fase di scoping fino ai 34 articoli rimasti nella fase di ammissibilità, i quali sono stati poi accuratamente analizzati.

Innanzitutto, si può dire che il mercato globale del carbonio è influenzato da alcuni fattori chiave come l'industria dell'energia elettrica, l'industria petrolifera, le politiche mondiali e nazionali ed i fondamentali del mercato stesso che lo costituisce cioè domanda e offerta. Abbiamo constatato che pochi sono gli autori che nella nostra ricerca stimano prezzi futuri dei permessi negoziabili d'inquinamento, in primo luogo per la presenza di quei fattori d'influenza che fanno parte della bassa frequenza dell'andamento del prezzo, ossia quelle variabili esterne al mercato che sono difficili da prevedere ed hanno un effetto a lungo termine nel mercato. In secondo luogo, la presenza di una eterogenea quantità di studi ci ha mostrato le varie possibilità di stima teorica del prezzo dei permessi negoziabili d'inquinamento, ma che nel complesso hanno dato pochi dati tangibili. Quindi la presenza di pochi dati numerici e la grande eterogeneità dei modelli di studio proposti non ci hanno consentito di effettuare una meta-analisi della nostra review. Il mercato del carbonio per una serie di fattori, tra cui l'incerta e fluida gestione delle prime fasi dell'EU-ETS, la sovrallocazione dei permessi negoziabili, le profonde indecisioni in merito alla politica economica da parte della governance e la crisi finanziaria, hanno trascinato i prezzi dei permessi al di sotto dei 10 €/TCO₂ fino al 2017. Il fatto che le emissioni siano aumentate nel 2017 per la prima volta in 7 anni, può sembrare un dato positivo, ma siamo vicini al termine della terza fase dell'EU-ETS e nonostante gli sforzi degli stati aderenti siamo ben lontani dal raggiungere gli obiettivi di riduzione fissati per il 2020. La presenza del solo fattore di riduzione lineare (LRF) post-2020 non sarà sufficiente a

mettere l'EU ETS nella strada per raggiungere gli obiettivi zero-carbon fissati per il 2050 (Marcu et al. (2018)).

La modalità di vendita all'asta dei proventi del sistema di scambio delle quote di emissione dell'UE potrebbe svolgere un ruolo importante nell'accelerare la transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio, se (parte di) tali proventi saranno reinvestiti nell'azione per il clima e nelle tecnologie a basse emissioni di carbonio, contribuendo in ultima analisi a far sì che il sistema di scambio delle quote di emissione dell'UE possa diventare un motore del cambiamento.

Si è quindi cercato di schematizzare per punti i risultati ottenuti da questo studio che evidenziano i punti critici da superare, al fine di ottimizzare il mercato dell'EU-ETS:

- Gestire i rischi di rilocalizzazione delle emissioni di carbonio (Carbon Leakage);
- Migliorare l'EU ETS per far sì che possa raggiungere l'ambizioso obiettivo dell'UE in materia di clima; compatibilmente con l'accordo di Parigi:
 - Fornire un sostegno finanziario per la competitività a basse emissioni di carbonio dell'industria UE, per poter progredire gradualmente verso un'economia a basse emissioni di carbonio.

Allargando l'orizzonte ad un livello globale possiamo dire di valutare attentamente sotto ogni punto di vista la possibilità di istituire un mercato globale del carbonio, che possa permettere un'interazione a 360° fra i paesi aderenti o almeno consentire lo scambio limitato di quote fra i vari paesi come nel caso studio di Gavard et al. (2016) che mette in correlazione più mercati ETS mostrandone difetti e potenzialità.

Fatto il punto della situazione possiamo dire che ci troviamo in un momento di grande difficoltà globale in merito a questo mercato su cui il mondo intero ha scommesso. Come detto da Bolton et al. (2020) anche se concettualmente il prezzo del carbonio è stato riconosciuto come la prima opzione migliore da decenni, in pratica non è stato implementato a un livello sufficiente a spingere la riallocazione del capitale da attività "brown" (o ad alta intensità di carbonio) a attività "green" (o a basse emissioni di carbonio). La realtà è che i governi non sono riusciti ad agire e continueranno a farlo a meno che una pressione molto più ampia da parte della società civile e delle imprese non induca un cambiamento politico significativo. Data l'attuale carenza di risposte politiche globali, diventa solo più probabile che gli impatti fisici del cambiamento climatico influenzino il sistema socioeconomico in un mondo in rapido riscaldamento. Dato che l'aumento delle temperature scatenerà dinamiche complesse, l'impatto del riscaldamento globale influenzerà le nostre economie in modo disordinato ma cumulativo che, a sua volta, potrebbe innescare imprevedibili dinamiche finanziarie negative. È evidente

come se da un lato spingiamo nel dire che sia necessario l'aumentare del prezzo dei permessi dato il basso trend degli ultimi anni, dall'altra parte un brusco aumento dei permessi con misure estremamente rapide e ambiziose, possono essere soluzioni più auspicabili dal punto di vista della mitigazione del clima, ma non necessariamente dal punto di vista della stabilità finanziaria in un orizzonte a breve termine.

Quindi poniamo all'attenzione degli studiosi e di futuri studi non solo come già ampiamente ribadito di valutare le possibili soluzioni per portare a termine i grandi impegni che ci siamo posti di rispettare entro il 2050, ma anche la possibilità del fallimento di questo mercato, e la portata del suo danno.

BIBLIOGRAFIA

- Bernard F, Chesterman S, Neely L, Delgado RR, Robiglio V. 2018. *Review of Policy Review Frameworks for Effective Frameworks in the Context of the in and Other and National Action Plans National REDD + Implementation*
- Berta N, Gautherat E, Gun O. 2017. Transactions in the European carbon market: A bubble of compliance in a whirlpool of speculation. *Cambridge J. Econ.* 41(2):575–93
- Bolton P, Despres M, Awazu L, Da P, Samama F, Svartzman R. 2020. *BIS The Green Swan in the Age of Climate Change*
- Brouwers R, Schoubben F, Van Hulle C, Van Uytbergen S. 2016. The initial impact of EU ETS verification events on stock prices. *Energy Policy.* 94:138–49
- Cadman T, Maraseni T, Ma HO, Lopez-Casero F. 2017. Five years of REDD+ governance: The use of market mechanisms as a response to anthropogenic climate change. *For. Policy Econ.* 79:8–16
- Carraro C, Favero A. 2009. The economic and financial determinants of carbon prices. *Financ. a Uver - Czech J. Econ. Financ.* 59(5):396–409
- Chen J, Muckley CB, Bredin D. 2017. Is information assimilated at announcements in the European carbon market? *Energy Econ.* 63:234–47
- Chevallier J. 2011a. Nonparametric modeling of carbon prices. *Energy Econ.* 33(6):1267–82
- Chevallier J. 2011b. A model of carbon price interactions with macroeconomic and energy dynamics. *Energy Econ.* 33(6):1295–1312
- Christiansen AC, Arvanitakis A, Tangen K, Hasselknippe H. 2005. Price determinants in the EU emissions trading scheme. *Clim. Policy.* 5(1):15–30
- Climate Action - European Commission. 2015. Factsheet ECT. *Clim. Action.* (July):6
- Creti A, Jouvét PA, Mignon V. 2012. Carbon price drivers: Phase I versus Phase II equilibrium? *Energy Econ.* 34(1):327–34

- Cretí A, Joëts M. 2017. Multiple bubbles in the European Union Emission Trading Scheme. *Energy Policy*. 107(April):119–30
- Dixon RK. 1997. US Initiative on Joint Implementation. *Int. J. Environ. Pollut.* 8(1–2):1–2
- Egenhofer C. 2013. *The Growing Importance of Carbon Pricing in Energy Markets*
- Ervine K. 2018. How Low Can It Go? Analysing the Political Economy of Carbon Market Design and Low Carbon Prices. *New Polit. Econ.* 23(6):690–710
- European Commission. 2015. EU ETS Handbook. *Clim. Action*. 138
- Fan Y, Jia JJ, Wang X, Xu JH. 2017. What policy adjustments in the EU ETS truly affected the carbon prices? *Energy Policy*. 103(July 2016):145–64
- Fankhauser S, Hepburn C. 2010. Designing carbon markets. Part I: Carbon markets in time. *Energy Policy*. 38(8):4363–70
- Feng Z. 2010. How does carbon price change ? Evidences from EU ETS. . (2012):
- Feng ZH, Ouyang B, Guo J. 2016. The impact of expectations of returns and investment time scales on carbon price: Findings from EU ETS. *Int. J. Glob. Energy Issues*. 39(6):382–93
- Feng ZH, Zou L Le, Wei YM. 2011. Carbon price volatility: Evidence from EU ETS. *Appl. Energy*. 88(3):590–98
- Forest T. 2019. Impact report. . 1–32
- Gavard C, Winchester N, Paltsev S. 2016. Limited trading of emissions permits as a climate cooperation mechanism? US–China and EU–China examples. *Energy Econ*. 58:95–104
- Green BN, Johnson CD, Adams A. 2006. Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: secrets of the trade. *J. Chiropr. Med.* 5(3):101–17
- Guo J, Su B, Yang G, Feng L, Liu Y, Gu F. 2018. How do verified emissions announcements affect the comoves between trading behaviors and carbon prices? Evidence from EU ETS. *Sustain*. 10(9):
- Higgins J, Chandler J, Deeks JJ, Davenport C, Clarke MJ. 2017. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Handbook for Systematic Reviews of Interventions Chapter 1 : Introduction UNDER CONSTRUCTION - PLEASE DO NOT USE. . 1–12
- Holm K, Version D, Universitet T. 2011. *Progressing towards Post-2012 Carbon Markets (Perspectives Series 2011)*

- Jahan N, Naveed S, Zeshan M, Tahir MA. 2016. How to Conduct a Systematic Review: A Narrative Literature Review. *Cureus*. 8(11):
- Ji CJ, Hu YJ, Tang BJ. 2018. Research on carbon market price mechanism and influencing factors: a literature review. *Nat. Hazards*. 92(2):761–82
- Kanamura T. 2016. Role of carbon swap trading and energy prices in price correlations and volatilities between carbon markets. *Energy Econ*. 54:204–12
- Lin B, Jia Z. 2019. Impacts of carbon price level in carbon emission trading market. *Appl. Energy*. 239(January):157–70
- Marcu A, Alberola E, Caneill J-Y, Mazzoni M, Schleicher S, et al. 2018. 2018 State of the EU ETS. . 1–37
- Martínez de Alegría I, Fernández-Sainz A, Alvarez I, Basañez A, del-Río B. 2017. Carbon prices: Were they an obstacle to the launching of emission abatement projects in Spain in the Kyoto Protocol period? *J. Clean. Prod*. 148:857–65
- Merger E, Pistorius T. 2011. Effectiveness and legitimacy of forest carbon standards in the OTC voluntary carbon market. *Carbon Balance Manag*. 6:1–12
- Michaelowa, A., & Schmidt H. 1997. A dynamic crediting regime for Joint Implementation to foster innovation in the long term. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. . 45–56
- Michaelowa A, Shishlov I, Brescia D. 2019. Evolution of international carbon markets: lessons for the Paris Agreement. *Wiley Interdiscip. Rev. Clim. Chang*. 10(6):1–24
- Mo JL, Zhu L. 2014. Using floor price mechanisms to promote carbon capture and storage (CCS) investment and CO₂ abatement. *Energy Environ*. 25(3–4):687–707
- Qi T, Yang Y, Zhang X. 2015. Energy and economic impacts of an international multi-regional carbon market. *Chinese J. Popul. Resour. Environ*. 13(1):16–20
- Ramstein C, Dominioni G, Ettehad S, Lam L, Quant M, et al. 2019. *State and Trends of Carbon Pricing 2019*
- Siddaway A. 2014. WHAT IS A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW AND HOW DO I DO ONE?
- Springer U. 2003. Can the risks of the Kyoto mechanisms be reduced through portfolio diversification? Evidence from the Swedish AIJ program. *Environ. Resour. Econ*.

25(4):501–13

- Swisher JN. 1997. Joint Implementation under the U.N. Framework convention on climate change: technical and institutional challenges.pdf
- Tan XP, Wang XY. 2017. Dependence changes between the carbon price and its fundamentals: A quantile regression approach. *Appl. Energy*. 190:306–25
- Tang B jun, Gong P qin, Shen C. 2017. Factors of carbon price volatility in a comparative analysis of the EUA and sCER. *Ann. Oper. Res.* 255(1–2):157–68
- Tang B jun, Shen C, Zhao Y fan. 2015. Market risk in carbon market: an empirical analysis of the EUA and sCER. *Nat. Hazards*. 75(2):333–46
- Thema J, Suerkemper F, Grave K, Amelung A. 2013. The impact of electricity demand reduction policies on the EU-ETS: Modelling electricity and carbon prices and the effect on industrial competitiveness. *Energy Policy*. 60:656–66
- UN-REDD. 2009. Progress Report on Activities Implemented Under the UN-REDD Programme Fund. *Distribution*. (May):
- UN-REDD. 2011. The UN-REDD Programme. *Policy*
- Yu Z, Geng Y, Dai H, Wu R, Liu Z, et al. 2018. A general equilibrium analysis on the impacts of regional and sectoral emission allowance allocation at carbon trading market. *J. Clean. Prod.* 192:421–32
- Zhang W, Tian L, Yao Y, Tian Z, Wang M, Zhang G. 2019. Dynamic evolution characteristics of European union emissions trade system price from high price period to low price period. *J. Clean. Prod.* 224:188–97
- Zhang YJ. 2016. Research on carbon emission trading mechanisms: Current status and future possibilities. *Int. J. Glob. Energy Issues*. 39(1–2):89–107
- Zhang YJ, Sun YF. 2016. The dynamic volatility spillover between European carbon trading market and fossil energy market. *J. Clean. Prod.* 112:2654–63
- Zhang ZX. 1997. Operationalization and Priority of Joint Implementation Projects. *SSRN Electron. J.* 32(6):280–92
- Zhu B, Wang P, Chevallier J, Wei Y. 2013. Carbon Price Analysis Using Empirical Mode Decomposition. *Comput. Econ.* 45(2):195–206

