



Università
Ca'Foscari
Venezia

Corso di Laurea Magistrale in Sviluppo
Economico e dell'Impresa
Ordinamento ex D.M.270/2004

Tesi di Laurea

Carbon Capture and Storage in Cina: Importanza e Sviluppo di questa Tecnologia

Relatore

Stefano Soriani

Correlatore

Mario Volpe

Laureando

Cesare Vezzani
Matricola 965852

Anno Accademico

2017/2018

RINGRAZIAMENTI

Riguardo il lavoro di ricerca e stesura della tesi, voglio ringraziare il mio relatore, il professor Soriani Stefano, per il supporto fornitomi, per gli spunti e i feedback che mi ha dato nonché per la conoscenza che è riuscito a trasmettermi durante l'università.

Ringrazio la mia famiglia, in particolare i miei genitori, Lorenzo e Patrizia, e mia sorella, Valeria, che durante questo periodo mi sono sempre stati vicini, mi hanno motivato e ispirato durante il mio lavoro, e che mi hanno sempre sostenuto in ogni momento della mia carriera universitaria.

Infine ringrazio gli amici che mi hanno accompagnato durante questi anni, che mi hanno aiutato e che hanno reso questo periodo della mia vita uno dei più entusiasmanti.

Questo lavoro è stato possibile solo grazie a tutte queste persone.

INDICE

ABSTRACT	6
INTRODUZIONE	7
1) SITUAZIONE ODIERNA	9
1.1) IL PROBLEMA DEL RISCALDAMENTO GLOBALE	9
1.2) CONTROMISURE PRESE	12
1.3) ACCORDO DI PARIGI	13
1.4) L'AMERICA LASCIA L'ACCORDO DI PARIGI	14
1.5) IL NUOVO RUOLO DELLA CINA NEL CAMBIAMENTO CLIMATICO	16
2) LO SVILUPPO DELLA CINA	20
2.1) L'ERA DI MAO	21
2.2) L'INTRODUZIONE DELLE RIFORME NELL'ERA DI DENG XIAOPING	22
2.3) CRESCITA ECONOMICA E RIFORME IN CINA. 1979- IL PRESENTE	22
2.4) CAUSE DELLA CRESCITA ECONOMICA DELLA CINA	23
2.5) PIANI PER IL FUTURO	25
3) LA CINA E IL CARBONE	28
3.1) IL CARBONE IN CINA	31
3.2) TRASPORTO DEL CARBONE	34
3.3) DOMANDA DEL CARBONE	37
3.4) PRINCIPALI LEGGI E POLITICHE SUL CARBONE	40
3.5) CHIUSURA DELLE MINIERE TROPPO PICCOLE O ILLEGALI	42
3.6) SUSSIDI AL CARBONE	45
4) IL FUTURO DEL CARBONE	47
4.1) PEAK EMISSION	48
4.2) TECNOLOGIA INERENTE AL CARBONE "PULITO"	49
Cattura e separazione di CO ₂	49
Cattura dopo la combustione.....	50
Combustione di ossido combustibile.....	50
Cattura di prima della combustione.....	50
Stoccaggio e sequestro del biossido di carbonio.....	51
Recupero del petrolio potenziato.....	51
Giacimenti di petrolio e gas esauriti.....	51
Cuciture a carbone.....	52
Sulle falde acquifere.....	52
I processi di coal-to-liquid (CTL).....	52
4.2) SVILUPPO CCS IN CINA	53

4.3) SVILUPPO STRATEGICO DELLE MINIERE.....	56
4.4) SVILUPPI ODIERNI.....	57
4.5) CCS PROGETTI PILOTA	60
Il primo impianto CCS in Cina	60
Uso di CO2 nelle bevande.....	60
Iniezione e stoccaggio di CO2	61
Cattura post combustione	61
Sviluppo e verifica di un nuovo composto amminico assorbente.....	62
Sviluppo di assorbente di fango liquame	63
Tecnologia di cattura pre-combustione	63
4.6) FINANZIARE I PROGETTI DI CCS IN RPC.....	64
4.7) POTENZIALE ECONOMICO PER LE TECNOLOGIE CCS	66
5) PRINCIPALI FONTI ENERGETICHE ALTERNATIVE AL CARBONE.....	69
5.1) INTRODUZIONE.....	69
5.2) ENERGIA IDROELETTRICA	70
5.3) ENERGIA SOLARE	74
5.4) ENERGIA EOLICA	77
5.5) PROBLEMI DELLE ENERGIE RINNOVABILI	79
6) ALTRI TIPI DI ENRGIA	84
6.1) IL NUCLEARE.....	84
6.2) GAS NATURALE	85
6.3) PROBLEMATICHE RELATIVE AL NUCLEARE E AL GAS NATURALE NEL RIMPIAZZARE IL CARBONE ...	87
7) POSSIBILE FUTURO DEL CARBONE IN CINA.....	90
7.1) PERCHE' LE TECNOLOGIE PER IL CARBONE PULITO SONO NECESSARIE PER IL FUTURO DELLA CINA	90
7.2) CARBON TRADING EMISSION IN CINA	94
7.3) PERCHE' LA CINA POTREBBE CONTINUARE A DIPENDERE DAL CARBONE NEL FUTURO	96
7.4) PROVINCIA DELLO SHANXI: UN POSSIBILE ESEMPIO DEGLI EFFETTI DELLA RIDUZIONE DELL'USO DEL CARBONE.....	97
8) CONCLUSIONE.....	105
FONTI.....	111
BIBLIOGRAFIA – LIBRI, PAPERS, ARTICOLI DI GIORNALE	111
BIBLIOGRAFIA - BANCHE DATI.....	130

ABSTRACT

L'obiettivo di questa Tesi è di studiare e capire l'importanza della tecnologia Carbon Capture and Storage (CCS), all'interno del contesto cinese. Questo tipo di tecnologia permette di catturare la CO₂ emessa al seguito della combustione del carbone. Il motivo per cui è stato scelto di studiare questo tipo di tecnologia e come si possa sviluppare in Cina è perché la Cina è il primo consumatore di carbone al mondo, il primo consumatore di energia al mondo e il carbone rappresenta tutt'ora il 60% del proprio mix energetico. Per questa serie di implicazioni la Cina sta cercando di cambiare il proprio mix energetico dando più importanza alle energie rinnovabili. All'interno di questa tesi si cercherà di capire come le tecnologie CCS possano essere la giusta soluzione per limitare le emissioni di CO₂ durante questa fase di transizione, dando la possibilità alla Cina di svolgere il proprio passaggio, ad un mix di energia più pulita, con il dovuto tempo e senza danneggiare ulteriormente l'ambiente.

INTRODUZIONE

L'obiettivo di questo studio è quello di capire quale sarà la politica energetica riguardo l'utilizzo del carbone da parte della Cina; come questa influenzerà l'Asia e il mondo sia dal punto di vista economico, sia, soprattutto, dal punto di vista ambientale.

Negli ultimi anni la Cina è rapidamente salita ai vertici della domanda mondiale di energia, diventando il più grande consumatore mondiale di energia nel 2011 e il secondo maggior consumatore di petrolio al mondo dietro gli Stati Uniti.

La Cina è il primo produttore al mondo di carbone, consumatore e importatore e rappresenta quasi la metà del consumo globale di carbone, un fattore importante per le emissioni di anidride carbonica nel mondo legate all'energia. L'aumento dell'estrazione di carbone in Cina è il fattore chiave che ha portato il paese a diventare il più grande produttore di energia del mondo nel 2009¹. La grande industrializzazione e l'economia in rapida evoluzione della Cina hanno aiutato il paese a diventare il più grande generatore di energia del mondo nel 2011².

A fronte della necessità a livello globale di ridurre quanto prima le emissioni di CO₂, la Cina ha promesso di raggiungere il suo picco di emissioni entro il 2030 per poi diminuirle. A dimostrazione della volontà di agire e della consapevolezza della situazione in cui la comunità globale si trova, il partito comunista cinese si è esplicitamente impegnato, durante il 13° piano quinquennale, ad agire in maniera attiva nel campo energetico.

Il governo cinese ha esplicitato le sue intenzioni di:

- ridurre la domanda delle industrie con elevato consumo energetico e capacità in eccesso;
- attuare il controllo totale del consumo di energia;
- migliorare le condizioni di accesso delle industrie ad alta intensità alle risorse;
- garantire che l'aumento della capacità possa soddisfare gli standard avanzati di efficienza energetica della Cina.

Il settore energetico, inoltre, dovrebbe promuovere una trasformazione delle apparecchiature energetiche nelle industrie tradizionali e sviluppare sia caldaie sia motori ad alta efficienza per promuovere l'utilizzo del calore residuo. Le vecchie unità di carbone dovrebbero essere aggiornate e ricostruite ai fini del risparmio energetico e delle riduzioni delle emissioni. L'energia rinnovabile dovrebbe essere sviluppata e l'innovazione tecnologica e le applicazioni relative all'energia distribuita, alle reti intelligenti, all'energia nucleare di nuova generazione, all'energia da biomassa e ad altri settori chiave dovrebbero essere rafforzate. Il settore

¹ U.S. Energy Information Administration (EIA), China - International - Analysis, 14 Maggio 2015

² U.S. Energy Information Administration (EIA), China - International - Analysis, 14 Maggio 2015

energetico dovrebbe, inoltre, rafforzare l'uso pulito ed efficiente del carbone e promuovere l'utilizzo del carbone classificato, suddiviso in qualità e, a cascata, aumentare la percentuale di lavaggio del carbone e incoraggiare la conversione pulita "*in situ*" e l'utilizzo di carbone a basso potere calorifico e basso - carbone di qualità, come la ganga del carbone.

A fronte dell'importanza a livello economico, che questo settore gioca per l'economia cinese, e del peso che ha nell'influenzare il cambiamento climatico, diventa fondamentale capire quali siano le linee guida e le politiche che la Cina vorrà adottare per riformare questo settore energetico. Se per molti stati Europei il carbone è un'energia che, a breve, dovrebbe essere abbandonata, per la Cina, invece, gioca, tutt'oggi, un ruolo ancora troppo importante, sia nel sostenere il fabbisogno energetico, sia nel dare lavoro a una grossa fetta della popolazione, per cui risulta difficile disfarsi di questa risorsa energetica nel breve periodo.

L'obiettivo di questa tesi è capire quale tipo di politica o tecnologia possa facilitare la transizione energetica che la Cina dovrà affrontare nei prossimi anni. Un probabile grande protagonista di questo cambiamento sarà la tecnologia di Carbon Capture and Storage (CCS).

1) SITUAZIONE ODIERNA

Il clima è cambiato notevolmente nel corso degli ultimi decenni, questo lo vediamo da esempi empirici come estati più calde, inverni più freddi, fenomeni climatici estremi, come inondazioni e siccità, che avvengono con più frequenza. Questo cambiamento ambientale sta comportando un cambio radicale all'interno della nostra società, e sebbene oggi non c'è ne rendiamo ancora pienamente conto, questo cambiamento finirà per definire la nostra vita e la nostra comunità nel futuro.

Questo cambiamento è dovuto ad una serie di fattori che hanno portato la temperatura globale ad aumentare. Il riscaldamento globale è dunque un fenomeno mediante il quale la temperatura nella nostra atmosfera aumenta e con l'aumentare della temperatura anche l'ecosistema e il pianeta cambia.

Questi cambiamenti, sono al momento in larga parte irreversibili e molto pericolosi, perché sono molto difficili da prevedere le conseguenze che questi avranno sul nostro pianeta.

1.1) IL PROBLEMA DEL RISCALDAMENTO GLOBALE

Oggi giorno gli indizi e le prove riguardanti il cambiamento climatico sono innumerevoli e inconfutabili e, sebbene, alcune teorie sostengano che questo sia avvenuto indipendentemente dall'operato dell'uomo, è stato dimostrato ed è accettato come reale il fatto che questo cambiamento sia stato fortemente condizionato da alcune attività svolte dalla nostra società.³

Il riscaldamento terrestre è dovuto dai gas serra: vapore acqueo (H₂O), anidride carbonica (CO₂), protossido di azoto (N₂O), metano (CH₄) ed esafluoruro di zolfo (SF₆)⁴. Questi gas presenti nell'atmosfera, trasparenti alla radiazione solare in entrata sulla Terra, riescono a trattenere, in maniera consistente, la radiazione infrarossa emessa dalla superficie terrestre, dall'atmosfera e dalle nuvole. I gas serra possono essere di origine sia naturale sia antropica, e assorbono ed emettono, a specifiche lunghezze d'onda nello spettro della radiazione infrarossa. Questa loro proprietà causa il fenomeno noto come effetto serra.

I risultati della ricerca di Richard Muller⁵ nell'ambito del progetto triennale BEST, hanno dimostrato che la superficie terrestre si è riscaldata in media di 1,5 C° negli ultimi 250 anni e solo nell'ultimo mezzo secolo di ben 0,9 C°. La corrispondenza tra l'aumento di temperatura e l'aumento della concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera rappresenta, inoltre, la principale spiegazione del fenomeno, che è, quindi, da collegare per la maggior parte all'attività umana. Sebbene la correlazione tra i dati non provi scientificamente che l'aumento di CO₂ sia fonte del riscaldamento globale, bisogna anche ammettere che nessun altro fenomeno ha una corrispondenza così forte da poterlo considerare una valida opportunità e che qualora si

³ Il Clima che Cambia, Carraro-Mazzali, edizione 2015 Il Mulino

⁴ United States Environmental Protection Agency, Overview of Greenhouse Gases

⁵ Il Clima che Cambia, Carraro-Mazzali, edizione 2015 Il Mulino

dovesse presentare un'alternativa, bisognerebbe riuscire a dimostrare che questa abbia una correlazione altrettanto forte per considerarla valida.

Le emissioni di gas serra sin dall'era preindustriale hanno determinato grandi aumenti nell'atmosfera di concentrazioni di anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄) e protossido di azoto (N₂O). Tra il 1750 e il 2011, le emissioni di CO₂ nell'atmosfera sono state pari a 2040 ± 310 GtCO₂. Circa il 40% di queste emissioni è rimasto nell'atmosfera (880 ± 35 Gt CO₂); il resto è stato rimosso dall'atmosfera ed è rimasto intrappolato a terra e negli oceani. L'oceano ha assorbito circa il 30% della CO₂ antropogenica emessa, causando l'acidificazione degli oceani. Circa la metà delle emissioni di CO₂ tra il 1750 e il 2011 si sono verificate negli ultimi 40 anni⁶. Le emissioni totali di gas serra hanno continuato ad aumentare tra il 1970 e il 2010 con aumenti assoluti più ampi tra 2000 e 2010, nonostante un numero crescente di politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici. Le emissioni di gas serra antropogeniche nel 2010 hanno raggiunto 49 ± 4,5 GtCO₂ all'anno. Le emissioni di CO₂ derivanti dalla combustione del combustibile fossile e dai processi industriali hanno contribuito per circa il 78% del totale delle emissioni di gas serra dal 1970 al 2010, con un contributo percentuale simile per l'aumento durante il periodo 2000-2010⁷. Globalmente la crescita economica e demografica ha continuato a essere il più forte dei fattori di aumento delle emissioni di CO₂ derivanti dalla combustione di combustibili fossili. Il contributo della crescita della popolazione tra il 2000 e il 2010 è rimasto identico ai precedenti tre decenni, mentre il contributo della crescita economica è aumentato nettamente.⁸

Il riscaldamento globale presenta diverse sfide per la nostra società e sebbene alcune regioni potrebbero "ingenuamente" accogliere favorevolmente un aumento di temperatura, occorre ricordarsi che il cambiamento climatico non consiste solamente in un riscaldamento, ma in una vera e propria catastrofe ambientale. Oltre a segnare la fine dei ghiacciai perenni, la desertificazione di alcune aree del pianeta e l'aumento dei livelli degli oceani, solo per nominare alcuni dei fenomeni più importanti, il cambiamento climatico comporta una maggior frequenza di tutti quegli eventi estremi che caratterizzano il nostro pianeta.

Questa serie di catastrofi ambientali ha già iniziato a manifestarsi, sempre più spesso siamo testimoni di alluvioni, uragani, temperature inaspettate e stagioni iriconoscibili. Non solo questi cambiamenti sono visibili nell'ambiente, ma anche nelle specie animali che lo abitano, infatti alcune di esse hanno già iniziato a cambiare le loro rotte migratorie in risposta a questi cambiamenti. Tutti questi problemi si riflettono anche sulla nostra società in maniera molto pesante. Gli studi sull'argomento sostengono che il cambiamento del clima abbia un bilancio negativo sulla salute: secondo "the Lancet" una delle più importanti riviste in campo medico, i cambiamenti climatici hanno la possibilità di diventare la principale minaccia alla salute del

⁶ Our World in Data, Fossil Fuels

⁷ Our World in Data, Fossil Fuels

⁸ IPCC 5 report, Climate Change 2014 Synthesis Report

ventunesimo secolo ⁹. Il clima influenza molteplici elementi come aria pulita, acqua potabile, approvvigionamenti di cibo, ma anche la trasmissibilità delle malattie.

È dunque imperativo contenere il riscaldamento globale, secondo il report del IPCC, il limite di temperatura da non superare è di 2°C. Qualora questo venisse superato, le conseguenze potrebbero essere catastrofiche. Ciò nonostante, anche se si riuscisse a contenere, le conseguenze saranno notevoli e imprevedibili.

Il cambiamento climatico risulterà maggiormente problematico per tutte quelle aree del così detto terzo mondo le quali si trovano già a gestire situazioni complicate. Per esempio si prevede che nel 2030-2040 nell'Africa Sub-Sahariana un riscaldamento di 1.5°C-2°C implicherà una perdita del 40-80% della terra coltivata e adatta alle colture di mais, miglio e sorgo¹⁰. Queste aree sono già zone soggette a problemi di malnutrizione, malattie endemiche, assenza di acqua potabile e, inevitabilmente, questa serie di cambiamenti porterà probabilmente ad una serie di migrazioni con forti risvolti conflittuali.

A fronte di questa serie di possibili eventi catastrofici è diventato necessario e urgente cambiare le nostre abitudini riguardo i nostri consumi, i nostri comportamenti e sistemi produttivi in modo da ridurre le emissioni di gas serra, nonché sviluppare le tecnologie necessarie per combattere gli effetti del cambiamento climatico.

Il cambiamento climatico si presenta anche sotto forma di questione economica, ogni anno vengono investiti diversi miliardi per riparare e contrastare i danni dovuti da catastrofi naturali ed è quindi necessario constatare che è di interesse comune trovare un modo per controllare il cambiamento climatico al fine da ridurre queste spese. A livello mondiale, sono spesi 1,5 trilioni di dollari per garantire e aumentare l'offerta energetica, metà di questi servono a rinnovare impianti esistenti. Sommando a questi altri 4 trilioni di dollari in investimenti in infrastrutture urbane, in agricoltura e gestione del suolo e delle foreste. Sarebbe sufficiente che le imprese e i governi spendessero meglio e con maggiore attenzione agli impatti futuri delle loro scelte, questi 5-6 trilioni di dollari all'anno. È dimostrabile come a livello economico sia più conveniente cercare di controllare il cambiamento climatico rispetto a dover sostenere le spese che si avrebbero se, ignorando il problema, lo si dovesse affrontare tra qualche decennio in un mondo più pericoloso¹¹.

Il riscaldamento continuerà quasi sicuramente oltre il 2100. Le temperature superficiali rimarranno approssimativamente costanti a livelli elevati per molti secoli, dopo una completa cessazione delle emissioni di CO₂. Un'ampia percentuale di cambiamenti climatici derivanti dalle emissioni di CO₂ è irreversibile in un arco temporale plurisecolare o millenario, tranne nel caso di una grande rimozione netta di CO₂ dall'atmosfera per un periodo prolungato. La stabilizzazione della temperatura media superficiale globale

⁹ Il Clima che Cambia, Carraro-Mazzali, edizione 2015 Il Mulino

¹⁰ Il Clima che Cambia, Carraro-Mazzali, edizione 2015 Il Mulino

¹¹ Il Clima che Cambia, Carraro-Mazzali, edizione 2015 Il Mulino

non implica la stabilizzazione per tutti gli aspetti del sistema climatico. Vi è un'elevata certezza che l'acidificazione degli oceani aumenterà per secoli se le emissioni di CO₂ continueranno e influenzerà fortemente gli ecosistemi marini¹².

È virtualmente certo che l'innalzamento globale del livello del mare continuerà per molti secoli oltre il 2100, con l'aumento che dipende dalle emissioni future. La soglia per la perdita della calotta glaciale della Groenlandia nel corso di un millennio o più, collegata a un innalzamento del livello del mare fino a 7 m, è maggiore di circa 1 ° C ma inferiore a circa 4 ° C rispetto alle temperature preindustriali. Le grandezze e le variazioni dei cambiamenti climatici associati a scenari di emissioni medio-alte comportano un aumento del rischio di cambiamenti improvvisi e irreversibili su scala regionale e nella composizione, struttura e funzione degli ecosistemi marini, terrestri e d'acqua dolce¹³.

1.2) CONTROMISURE PRESE

A fronte di questa serie di problemi, che in futuro potrebbero anche peggiorare, è divenuto imperativo per la società cercare di rimediare e adattarsi ai cambiamenti che l'aspettano. L'adattamento e la mitigazione sono strategie complementari per ridurre e gestire i rischi dei cambiamenti climatici. Riduzioni sostanziali delle emissioni nel corso dei prossimi decenni possono ridurre i rischi climatici nel 21 ° secolo.

La comunità globale, riconoscendo questo pericolo, iniziò nei primi anni 90 ad affrontare il problema. Il Summit della Terra, tenutosi a Rio de Janeiro dal 3 al 14 giugno 1992, è stato la prima conferenza mondiale dei capi di Stato sull'ambiente. È stato un evento senza precedenti anche in termini di impatto mediatico e di scelte politiche e di sviluppo conseguenti. Vi parteciparono 172 governi e 108 capi di Stato o di Governo, 2.400 rappresentanti di organizzazioni non governative. Gli argomenti trattati furono: l'esame sistematico dei modelli di produzione – in particolare per limitare la produzione di tossine, come il piombo nel gasolio o i rifiuti velenosi; le risorse di energia alternativa per rimpiazzare l'abuso di combustibile fossile ritenuto responsabile del cambiamento climatico globale; un quadro sui sistemi di pubblico trasporto con il fine di ridurre le emissioni dei veicoli, la congestione stradale nelle grandi città e i problemi di salute causati dallo smog e la crescente scarsità di acqua.¹⁴

In seguito, verso la metà degli anni 90, i firmatari dell'UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change, hanno compreso che per ridurre le emissioni erano necessarie disposizioni più severe. Nel 1997 hanno approvato il protocollo di Kyoto, che ha introdotto obiettivi di riduzione delle emissioni giuridicamente vincolanti per i paesi sviluppati. Il trattato prevede l'obbligo di operare una riduzione delle emissioni di elementi di inquinamento in una misura non inferiore all'8,65% rispetto alle emissioni registrate

¹² IPCC 5 report, Climate Change 2014 Synthesis Report

¹³ IPCC 5 report, Climate Change 2014 Synthesis Report

¹⁴ Earth Summit, UN Conference on Environment and Development (1992)

nel 1985 – considerato come anno base – nel periodo 2008-2012. Premesso che l'atmosfera terrestre contiene 3 milioni di megatonnellate (Mt) di CO₂, il protocollo prevede che i Paesi industrializzati riducano del 5% le proprie emissioni di questi gas. Le attività umane immettono 6.000 Mt di CO₂ all'anno, di cui 3.000 dai Paesi industrializzati e 3.000 da quelli in via di sviluppo; per cui, con il protocollo di Kyoto, se ne dovrebbero immettere 5.850 ogni anno anziché 6.000, su un totale di 3 milioni. Ad oggi, 175 Paesi circa hanno ratificato il protocollo o hanno avviato le procedure per la ratifica. Questi Paesi contribuiscono per il 61,6% alle emissioni globali di gas serra. Il protocollo di Kyoto prevede inoltre, per i Paesi aderenti, la possibilità di servirsi di un sistema di meccanismi flessibili per l'acquisizione di crediti di emissioni:

- Clean Development Mechanism (CDM): consente ai Paesi industrializzati e ad economia in transizione di realizzare progetti nei Paesi in via di sviluppo, che producano benefici ambientali in termini di riduzione delle emissioni di gas-serra e di sviluppo economico e sociale dei Paesi ospiti e nello stesso tempo generino crediti di emissione (CER) per i Paesi che promuovono gli interventi.
- Joint Implementation (JI): consente ai Paesi industrializzati e ad economia in transizione di realizzare progetti per la riduzione delle emissioni di gas-serra in un altro paese dello stesso gruppo e di utilizzare i crediti derivanti, congiuntamente con il paese ospite.
- Emissions Trading (ET): consente lo scambio di crediti di emissione tra Paesi industrializzati e ad economia in transizione; un paese che abbia conseguito una diminuzione delle proprie emissioni di gas serra superiore al proprio obiettivo può così cedere (ricorrendo all'ET) tali "crediti" a un paese che, al contrario, non sia stato in grado di rispettare i propri impegni di riduzione delle emissioni di gas-serra

Il protocollo di Kyoto prevede il ricorso a meccanismi di mercato, i cosiddetti Meccanismi Flessibili tra cui il principale è il Meccanismo di Sviluppo Pulito. L'obiettivo dei Meccanismi Flessibili è di ridurre le emissioni al costo minimo possibile; in altre parole, a massimizzare le riduzioni ottenibili a parità di investimento¹⁵.

1.3) ACCORDO DI PARIGI

In seguito uno degli altri eventi chiave contro il riscaldamento globale e la mitigazione dei cambiamenti climatici è stato l'incontro di Parigi da cui si è generato l'omonimo Accordo. La Conferenza di Rio sui cambiamenti climatici, COP 21 o CMP 11 si è tenuta a Parigi, Francia, dal 30 novembre al 12 dicembre del 2015. È stata la 21^a sessione annuale della conferenza delle parti della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC) del 1992 e la 11^a sessione della riunione delle parti del protocollo di Kyoto del 1997.¹⁶ La conferenza ha negoziato l'accordo di Parigi, un accordo globale sulla riduzione dei

¹⁵ UNITED NATIONS, Climate Change

¹⁶ ISSD, 19th Session of the Conference of the Parties to the UNFCCC

cambiamenti climatici, il cui testo ha rappresentato un consenso dei rappresentanti delle 195 parti partecipanti.

Prevede un piano d'azione per limitare il riscaldamento globale "ben al di sotto" dei 2°C. Si applicherà a partire dal 2020.

Principali elementi del nuovo accordo di Parigi¹⁷:

- obiettivo a lungo termine: i governi hanno convenuto di mantenere l'aumento della temperatura media globale ben al di sotto di 2°C in più rispetto ai livelli preindustriali e di proseguire gli sforzi per limitarlo a 1,5°C
- contributi: prima e durante la conferenza di Parigi i paesi hanno presentato piani d'azione nazionali globali in materia di clima finalizzati a ridurre le rispettive emissioni
- ambizione: i governi hanno deciso di comunicare ogni cinque anni i propri contributi per fissare obiettivi più ambiziosi
- trasparenza: hanno accettato inoltre di comunicare - l'un l'altro e al pubblico - i risultati raggiunti nell'attuazione dei rispettivi obiettivi al fine di garantire trasparenza e controllo
- solidarietà: l'UE e gli altri paesi sviluppati continueranno a fornire finanziamenti per il clima ai paesi in via di sviluppo per aiutarli sia a ridurre le emissioni che a diventare più resilienti agli effetti dei cambiamenti climatici

Oggi, l'economia e gli aspetti sociali sono legati agli aspetti ambientali ma sono anche legati agli aspetti della sicurezza, sono legati ai rischi del conflitto e i conflitti stanno diventando sempre più interconnessi e collegati alla nuova minaccia di terrorismo globale. La sicurezza ambientale è alla base di quasi tutti i problemi che nel ventunesimo secolo ci troviamo ad affrontare: sicurezza alimentare, migrazioni, guerre e molti altri ancora; diventa quindi imperativo per tutti i paesi cercare di aderire il più possibile ad una comune agenda per cercare di contrastare questo sempre più preoccupante problema¹⁸.

1.4) L'AMERICA LASCIA L'ACCORDO DI PARIGI

Il 1 ° giugno 2017, il presidente degli Stati Uniti Donald Trump ha annunciato che gli Stati Uniti cesseranno ogni partecipazione all'Accordo di Parigi del 2015 sulla mitigazione dei cambiamenti climatici. Trump ha dichiarato che "L'accordo di Parigi indebolirà l'economia degli Stati Uniti" e "metterà gli Stati Uniti in uno svantaggio permanente."¹⁹ Durante la campagna presidenziale, Trump si era impegnato a ritirarsi dal patto, dicendo che un ritiro avrebbe aiutare le imprese e i lavoratori americani.²⁰ Trump ha dichiarato che il ritiro

¹⁷ Consiglio dell'Unione Europea, Parigi - Accordo di Parigi sui cambiamenti climatici, 29 Maggio 2018

¹⁸ CNBC, UN secretary general stresses importance of Paris Agreement, highlights concerns over security, 31 Maggio 2017

¹⁹ Fox News, Paris Agreement on climate change: US withdraws as Trump calls it 'unfair', 1 Giugno 2017

²⁰ The Hill, Trump: We are getting out of Paris climate deal, 1 Giugno 2017

sarebbe in accordo con la sua politica America First²¹. Conformemente all'articolo 28 dell'accordo di Parigi, la data di ritiro effettiva più breve possibile da parte degli Stati Uniti non può essere anteriore al 4 novembre 2020, quattro anni dopo l'entrata in vigore dell'accordo negli Stati Uniti e un giorno dopo le elezioni presidenziali statunitensi del 2020.²² La Casa Bianca ha successivamente chiarito che gli Stati Uniti si attengono al processo di uscita di quattro anni. Fino a quando il ritiro non ha effetto, gli Stati Uniti potrebbero essere obbligati a mantenere i propri impegni ai sensi dell'Accordo, come l'obbligo di continuare a comunicare le proprie emissioni alle Nazioni Unite.²³

Mentre venivano celebrati da alcuni membri del Partito repubblicano, le reazioni internazionali al ritiro erano assolutamente negative da tutto lo spettro politico, e la decisione ricevette critiche sostanziali da organizzazioni religiose, imprese, leader politici di tutte le parti, ambientalisti e scienziati e cittadini dagli Stati Uniti e dall'estero.²⁴ Quando il ritiro avrà effetto, gli Stati Uniti saranno gli unici Stati membri UNFCCC che non sono firmatari dell'Accordo di Parigi. Al momento dell'annuncio originale di ritiro, anche la Siria e il Nicaragua non erano partecipanti; tuttavia, sia la Siria che il Nicaragua hanno da allora ratificato l'accordo, lasciando gli Stati Uniti l'unico stato membro dell'UNFCCC che intende non essere parte dell'accordo.²⁶ Luke Kemp della Fenner School of Environment and Society dell'Australian National University ha scritto in un commento che "è improbabile che il ritiro modifichi le emissioni degli Stati Uniti" poiché "le emissioni di gas serra degli Stati Uniti sono separate dagli obblighi legali internazionali". Tuttavia, ha aggiunto che potrebbe ostacolare gli sforzi di mitigazione del cambiamento climatico se gli Stati Uniti smetteranno di contribuire al Fondo verde per il clima. Infine, "un ritiro potrebbe anche rendere gli Stati Uniti un paria del clima e offrire un'opportunità unica per la Cina e l'UE di prendere il controllo del regime climatico e aumentare significativamente la loro reputazione internazionale e il loro soft power".²⁷

Il mondo scientifico e universitario, nonché la società globale in generale ha espresso il suo disappunto per le decisioni del presidente Trump. Piers Forster, direttore del Priestley International Centre for Climate, dell'Università di Leeds, ha definito la decisione di ritirare l'America dall'accordo di Parigi "una giornata triste per una politica basata sull'evidenza" e ha espresso la speranza che singoli americani, imprese e stati scelgano comunque di decarbonizzare il loro sistema.²⁸ La University Corporation for Atmospheric Research (UCAR), in una dichiarazione del presidente Antonio Busalacchi Jr., ha affermato che la decisione di ritirarsi "non significa che i cambiamenti climatici andranno via" e ha avvertito che "il potenziale aumento delle emissioni

²¹ The Hill, Trump cements 'America First' doctrine with Paris withdrawal, 2 Giugno 2017

²² The New York Times, Bucking Trump, These Cities, States and Companies Commit to Paris Accord, 1 Giugno 2017

²³ The New York Times, Bucking Trump, These Cities, States and Companies Commit to Paris Accord, 1 Giugno 2017

²⁴ The Hill, GE head fires back at Trump: 'Climate change is real', 1 Giugno 2017

²⁵ TechCrunch, Elon Musk leaving Trump advisory councils following Paris agreement withdrawal, 1 Giugno 2017

²⁶ The New York Times, Syria Joins Paris Climate Accord, Leaving Only U.S. Opposed, 7 Novembre 2017

²⁷ Nature, Better out than in, Luglio 2017

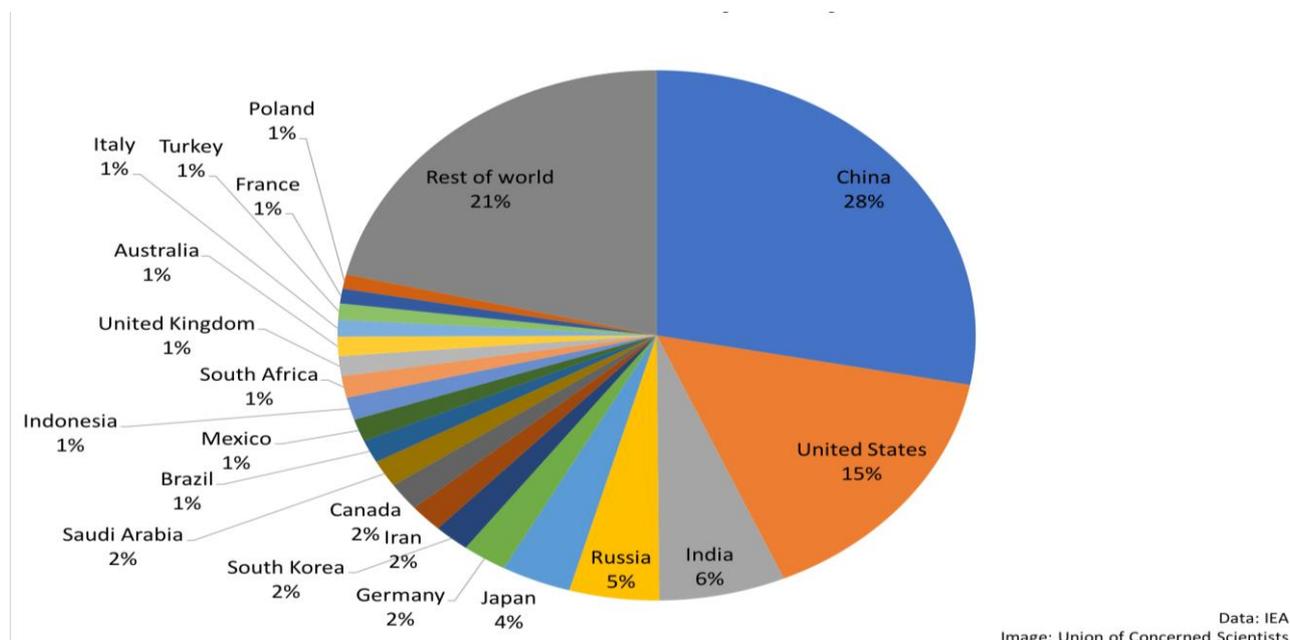
²⁸ Daily Kos, Sign the petition: I want my state and city to join the Paris climate agreement

di gas serra rappresenta una minaccia sostanziale per le nostre comunità." ²⁹ La Information Technology and Innovation Foundation ha chiamato la decisione di ritirarsi "molto scoraggiante" e ha affermato che ridurrebbe la fiducia negli sforzi internazionali sul cambiamento climatico; il think tank tecnologico ha richiesto maggiori sforzi federali per lo stoccaggio di energia, la cattura e il sequestro del carbonio e l'avanzata energia nucleare e solare e ha avvertito che. Senza una strategia intelligente e aggressiva per l'innovazione energetica pulita, il mondo non eviterà i peggiori effetti dei cambiamenti climatici.³⁰

1.5) IL NUOVO RUOLO DELLA CINA NEL CAMBIAMENTO CLIMATICO

Con l’America che vuole lasciare l’accordo di Parigi, la Cina si trova a dover affrontare un ruolo di maggior importanza all’interno dello scacchiere della lotta climatica. Pechino sa di essere il primo emettitore di CO2 al mondo, e con un buon distacco sul secondo, gli Stati Uniti, tuttavia proprio per questo motivo, l’impegno cinese nella sua missione di riduzione dell’emissioni sembra quanto mai serio. Per rispettare il suo impegno per il patto climatico di Parigi, la Cina dovrebbe ridurre le emissioni di carbonio per unità di PIL del 60-65% entro il 2030 rispetto ai livelli del 2005, aumentare le fonti di combustibile non fossile nel consumo di energia primaria a circa il 20% e il picco le sue emissioni di carbonio entro il 2030³¹. Questi obiettivi si riflettevano nel previsto contributo nazionale stabilito dalla Cina e anche nel suo 13 ° piano quinquennale (2016-2020). Nel frattempo, la Cina vuole promuovere la cooperazione Sud-Sud, un meccanismo per promuovere il commercio e la collaborazione tra i paesi in via di sviluppo e raggiungere il livello di quelli sviluppati.

Grafico 1.1 - Percentuale di CO2 emessa dall'utilizzo di combustili fossili nel 2015 (fonte IEA)



²⁹ Science, Trump dumps Paris climate deal: reaction, 1 Giugno 2017

³⁰ Science, Trump dumps Paris climate deal: reaction, 1 Giugno 2017

³¹ Xinhuanet, China signs Paris Agreement on climate change, 23 Aprile 2016

L'emergere della Cina come una nuova forza unificatrice alternativa non è limitato solo all'ambito ambientale. Mentre l'amministrazione Trump ha fatto un passo indietro rispetto al tradizionale ruolo di dominio americano sul commercio e lo sviluppo, la Cina ha riempito il vuoto, espandendo la sua impronta sempre crescente in tutto il mondo su tutto, dalle nuove strade e porti ai prestiti bancari e ai progetti energetici. Bisogna però chiedersi se la Cina sia nella posizione per riuscire a riempire il vuoto di autorità lasciato dagli Stati Uniti. Certamente è un'economia potente, afflitta seriamente dal problema ambientale, tuttavia è anche una nazione che si deve ancora sviluppare e questa situazione giocherà sicuramente contro la riduzione delle emissioni di CO2. Gli Stati Uniti sono il secondo più grande emettitore di gas serra del mondo e si sono impegnati a Parigi per ridurre le emissioni dal 26 al 28 per cento rispetto ai livelli del 2005 entro il 2025. Il ritiro del paese avrà un impatto importante sull'obiettivo dell'accordo di mantenere il riscaldamento del pianeta a meno di due gradi Celsius (3,6 gradi Fahrenheit) di quello che era in tempi preindustriali, dicono gli esperti³².

Gli esperti prevedono che le emissioni di carbonio della Cina raggiungeranno il picco, per poi iniziare a diminuire, significativamente prima rispetto all'obiettivo del 2030 del paese, e il paese sta investendo di più in energie rinnovabili rispetto a qualsiasi altra nazione, impegnando ulteriori \$ 360 miliardi entro il 2020. "La Cina continuerà a portare avanti l'innovazione, lo sviluppo verde, aperto e condiviso a prescindere da come cambiano le posizioni degli altri paesi, sulla base delle esigenze intrinseche del proprio sviluppo sostenibile", ha detto Hua Chunying, portavoce del Ministero degli Affari Esteri, ha detto in una conferenza stampa questa settimana a Pechino.³³ Il rallentamento del consumo di carbone in Cina e il ritardo nella costruzione di nuove centrali a carbone in India probabilmente ridurranno le emissioni globali previste di 2 miliardi a 3 miliardi di tonnellate entro il 2030, rispetto alle previsioni dell'anno scorso, secondo uno studio pubblicato a maggio da Climate Action Tracker, un gruppo di monitoraggio indipendente³⁴.

La volontà della Cina è in gran parte determinata dagli imperativi nazionali: crescente disappunto popolare sull'inquinamento atmosferico, deterioramento della qualità dell'acqua e contaminazione del suolo dall'industrializzazione galoppante. La Cina rappresenta ancora circa la metà del consumo mondiale di carbone. La Cina sta appena iniziando il massiccio lavoro ambientale necessario nei prossimi decenni. Mentre è in cima al mondo per la quantità di energia che proviene dal solare e dal vento, la sua economia continua a dipendere dall'industria ad alta intensità energetica e fortemente inquinante. È "sia un leader che un ritardatore" nell'affrontare i cambiamenti climatici, ha detto Sarah Ladislaw, esperta in energia presso il Centro di studi strategici e internazionali³⁵. Il passaggio massiccio alle energie rinnovabili sta rendendole più accessibili, anche se la tecnologia cinese è in ritardo rispetto all'America e all'Europa che sono invece

³² The Washington Post, As U.S. backs away from climate pledges, India and China step up, 1 Giugno 2017

³³ The Washington Post, As U.S. backs away from climate pledges, India and China step up, 1 Giugno 2017

³⁴ Climate Action Tracker, China

³⁵ PBS, Trump's exit from Paris agreement could open door for China to lead on climate change, 1 Giugno 2017

all'avanguardia. In conclusione l'aspetto più critico è il seguente: l'impegno della Cina mantiene vivo l'accordo di Parigi, ma senza gli Stati Uniti potrà persuadere il resto del mondo a mantenere le sue promesse sull'ambiente?

A questa domanda è difficile rispondere, tuttavia l'impegno di Pechino sta dimostrando che le contromisure possono essere efficaci e che le tecnologie utilizzate possono funzionare. Inoltre il ruolo cinese in questa lotta è non solo quello teorico di "dare l'esempio" ma pragmaticamente di abbassare il costo di tutte quelle tecnologie che ora sono ancora molto costose, ma che applicate al gigantesco mercato cinese, se efficaci, vedrebbero il loro prezzo abbassarsi notevolmente e quindi diventare più popolari. Questo aspetto si è già visto in alcuni casi come l'impiego dei pannelli solari o delle turbine eoliche³⁶ e potrebbe riapplicarsi per l'implementazione di nuove reti di trasmissione energetica per rendere le fonti rinnovabili più efficaci, oppure per implementare la tecnologia di Carbon Capture and Storage per limitare le emissioni dei combustibili fossili.

Tuttavia nonostante tutte queste nuove consapevolezze e gli sforzi messi in campo per ridurre e rallentare il riscaldamento globale e le emissioni di gas serra, queste sono cresciute più rapidamente tra il 2000 e il 2010 che in qualsiasi altra decade. Infatti il tasso di crescita delle emissioni nell'ultimo decennio è stato del 2,2% l'anno, mentre tra il 1970 e il 2000 si assestava in media ad un tasso di 1,3%. Il 78% delle emissioni deriva dall'utilizzo dei combustibili fossili e dai processi industriali.³⁷

Per avvicinarsi all'obiettivo dei 2 gradi è necessario giungere ad un picco di emissioni al più presto e poi vederle diminuire del 40-70% a metà secolo, fino a raggiungere quota zero al 2100. Questo significa evitare di estrarre quanto più possibile delle riserve di combustibile fossile rimasto sotto la crosta. Inoltre, combinata a questa serie di iniziative, bisogna avviarne un'altra serie per mitigare gli effetti inevitabili derivanti dalla crescita economica attuando politiche di efficienza energetica e decarbonizzazione. Alcuni esempi sono favorire fonti di energia rinnovabile, energia nucleare, cattura e stoccaggio della CO₂, bioenergia, riduzione della deforestazione, mercato del carbonio, tassazione carbonio, rimozione dei sussidi ai combustibili fossili e soprattutto un cambiamento di stile di vita da parte della popolazione mondiale.

Sebbene si cercherà di limitare l'utilizzo di combustibili fossili altamente inquinanti, è impensabile fermare la crescita economica che moltissimi paesi stanno intraprendendo, soprattutto in Asia, dunque diventa fondamentale sviluppare tecnologie in grado di limitare le emissioni di CO₂. Infatti per sostenere questa crescita i paesi dovranno sostenere un fabbisogno energetico in continua crescita e per il quale non ci saranno altre soluzioni se non utilizzare le forme di energia più tradizionali come carbone e petrolio. Proprio per questo tecnologie in grado di contenere le emissioni acquisiscono un nuovo valore, perché nonostante la volontà di salvaguardare l'ambiente, questo consumo energetico è inevitabile. Per questo motivo nei

³⁶ Vox, China made solar panels cheap. Now it's doing the same for electric buses, 24 Luglio 2018

³⁷ Il Clima che Cambia, Carraro-Mazzali, edizione 2015 Il Mulino

prossimi capitoli analizzeremo come le tecnologie per la cattura e lo stoccaggio della CO₂ possano giocare un ruolo chiave nel breve periodo.

2) LO SVILUPPO DELLA CINA

Prima dell'inizio delle riforme economiche e della liberalizzazione del commercio quasi 40 anni fa, la Cina aveva mantenuto politiche che mantenevano l'economia molto povera, stagnante, controllata centralmente, enormemente inefficiente e relativamente isolata dall'economia globale. La politica di Mao non aveva aiutato l'apertura globale della Cina e l'aveva mantenuta isolata dal mondo esterno e alquanto arretrata. A seguito della sua morte, con il ritorno di Deng Xiaoping nel 1979, si ebbe una apertura al commercio estero e agli investimenti e all'attuazione di riforme del libero mercato. Questa serie di politiche mirava ad attrarre investimenti esteri in Cina e quindi iniziare a sviluppare una serie di infrastrutture economiche-produttive di cui la Cina aveva bisogno. I vantaggi competitivi che Pechino aveva rispetto ad altre possibili destinazioni di questi investimenti erano molteplici: grande disponibilità di forza lavoro a basso costo e scarsamente tutelata, un sistema di governo molto stabile e non soggetto a repentini cambi di pianificazione, un mercato interno potenzialmente molto grande e attraente e infine la volontà attiva da parte del governo di cambiare la situazione attuale e far sviluppare la Cina tramite riforme mirate e efficaci. Questa serie di motivazioni hanno portato la Cina a divenire prima la "Fabbrica del Mondo", ossia il principale centro di produzione di tutti i prodotti low tech mondiale, e in seguito, a causa di una continua specializzazione e modernizzazione del sistema produttivo, a divenire uno dei principali paesi esportatori di prodotti Hi-Tech, nonché la principale economia mondiale. Il governo cinese ha fatto dell'innovazione una priorità assoluta nella sua pianificazione economica attraverso una serie di iniziative di alto profilo, come "Made in China 2025", un piano annunciato nel 2015 per aggiornare e modernizzare la produzione cinese in 10 settori chiave attraverso ampi governi assistenza al fine di rendere la Cina un importante attore globale in questi settori. Tuttavia, tali misure hanno sempre più sollevato la preoccupazione che la Cina intenda utilizzare le politiche industriali per ridurre la dipendenza del paese dalla tecnologia straniera (anche bloccando le imprese straniere in Cina) e infine dominando i mercati globali³⁸.

La Cina è stata tra le economie a più rapida crescita del mondo, con una crescita del prodotto interno lordo (PIL) reale in media del 9,5% nel 2017, un ritmo descritto come "l'espansione più rapida sostenuta da una grande economia nella storia"³⁹Tale crescita ha permesso alla Cina, in media, di raddoppiare il suo PIL ogni otto anni e ha contribuito a sollevare circa 800 milioni di persone dalla povertà. La Cina è diventata la più grande economia del mondo (in base al potere d'acquisto), produttore, commerciante di merci e detentore di riserve valutarie⁴⁰.

³⁸ Congressional Research Service, *China's Economic Rise: History, Trends, Challenges, and Implications for the United States*, 5 Febbraio 2018

³⁹ PERMANENT MISSION OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA TO THE UNITED NATIONS OFFICE AT GENEVA AND OTHER INTERNATIONAL ORGANIZATIONS IN SWITZERLAND, *China's Economic Development*, 19 Marzo 2008

⁴⁰ The World Bank, *China*

2.1) L'ERA DI MAO

Prima del 1979, la Cina, sotto la guida del presidente Mao Zedong, mantenne un'economia pianificata, o di comando. Un'ampia parte della produzione economica del paese era diretta e controllata dallo stato, che stabiliva obiettivi di produzione, prezzi controllati e risorse allocate in gran parte dell'economia. Durante gli anni '50, tutte le singole fattorie domestiche della Cina furono raggruppate in grandi comuni. Per sostenere una rapida industrializzazione, il governo centrale ha intrapreso investimenti su vasta scala nel capitale fisico e umano negli anni '60 e '70⁴¹. Di conseguenza, nel 1978 quasi tre quarti della produzione industriale era prodotta da imprese di proprietà statale (SOE) controllate a livello centrale, in base agli obiettivi di produzione pianificati centralmente. Le imprese private e le imprese a partecipazione straniera erano generalmente escluse. Un obiettivo centrale del governo cinese era rendere l'economia cinese relativamente autosufficiente. Il commercio estero era generalmente limitato all'ottenimento di quei beni che non potevano essere realizzati o ottenuti in Cina. Tali politiche hanno creato distorsioni nell'economia. Poiché molti aspetti dell'economia erano gestiti e gestiti dal governo centrale, non c'erano meccanismi di mercato per allocare efficientemente le risorse, e quindi c'erano pochi incentivi per le imprese, i lavoratori e gli agricoltori a diventare più produttivi o a preoccuparsi della qualità di ciò che hanno prodotto (dal momento che erano principalmente focalizzati su obiettivi di produzione stabiliti dal governo).

Secondo le statistiche del governo cinese, il PIL reale della Cina è cresciuto ad un tasso medio annuo del 6,7% dal 1953 al 1978, anche se l'accuratezza di questi dati è stata messa in discussione da molti analisti, alcuni dei quali sostengono che durante questo periodo, i funzionari del governo cinese (specialmente ai livelli subnazionali) livelli di produzione spesso esagerati per una varietà di ragioni politiche⁴². L'economista Angus Maddison mette la crescita reale del PIL reale annua della Cina in questo periodo a circa il 4,4%⁴³. Inoltre, l'economia cinese ha subito significative recessioni economiche durante la leadership del presidente Mao Zedong, anche durante il Grande balzo in avanti dal 1958 al 1962 (che ha portato a una grande carestia e, secondo quanto riferito, la morte di 45 milioni di persone)⁴⁴ e alla Rivoluzione culturale dal 1966 al 1976 (che causò un caos politico diffuso e sconvolse enormemente l'economia). Dal 1950 al 1978, il PIL pro capite della Cina basato sulla parità di potere d'acquisto (PPP), una misura comune degli standard di vita di un paese, è raddoppiato. Tuttavia, dal 1958 al 1962, gli standard di vita cinesi sono diminuiti del 20,3% e dal 1966 al 1968 sono calati del 9,6.⁴⁵

⁴¹ Cina, ventunesimo secolo, Guido Samarani, Einaudi 2010

⁴² The Organization for Economic Cooperation and Development, Chinese Economic Performance in the Long Run, 1960-2030, by Angus Maddison, 2007

⁴³ The Organization for Economic Cooperation and Development, Chinese Economic Performance in the Long Run, 1960-2030, by Angus Maddison, 2007

⁴⁴ New York Times, Mao's Great Leap to Famine, 15 Dicembre 2010

⁴⁵ The Organization for Economic Cooperation and Development, Chinese Economic Performance in the Long Run, 1960-2030, by Angus Maddison, 2007

2.2) L'INTRODUZIONE DELLE RIFORME NELL'ERA DI DENG XIAOPING

Nel 1978, poco dopo la morte del presidente Mao nel 1976, il governo cinese decise di rompere con le sue politiche economiche in stile sovietico riformando gradualmente l'economia secondo i principi del libero mercato e aprendo il commercio e gli investimenti con l'Occidente, nella speranza di accrescere in modo significativo la crescita economica e aumentando gli standard di vita. Come diceva il leader cinese Deng Xiaoping, l'architetto delle riforme economiche della Cina: "Gatto nero, gatto bianco, che importa di che colore è il gatto finché prende i topi?"

Nel 1977, con il ritorno di Deng Xiaoping, allontanato durante il periodo Maoista, la Cina ebbe finalmente la spinta necessaria per riattivarsi e riprendersi dal periodo buio della rivoluzione culturale. Il "piccolo timoniere", Deng, riuscì infatti ad introdurre quelle che oggi chiamiamo "Le Quattro Modernizzazioni" cioè una serie di sviluppi importanti in quattro macroaree: agricoltura, industria, difesa nazionale e scienza e tecnologia. Questa serie di riforme permise alla Cina di ricominciare a sviluppare la propria economia tramite un importante piano nazionale.

A partire dal 1979, la Cina lanciò diverse riforme economiche. Il governo centrale avviò incentivi sui prezzi e sulla proprietà degli agricoltori, che consentirono loro di vendere una parte delle loro colture sul mercato libero. Inoltre, il governo istituì quattro zone economiche speciali lungo la costa allo scopo di attrarre investimenti stranieri, incrementando le esportazioni e importando prodotti ad alta tecnologia in Cina. Ulteriori riforme, seguite a tappe, hanno cercato di decentrare la politica economica in diversi settori, in particolare il commercio. Il controllo economico di varie imprese è stato dato ai governi provinciali e locali, che erano generalmente autorizzati a operare e competere sui principi del libero mercato, piuttosto che sotto la direzione e la guida della pianificazione statale. Inoltre, i cittadini sono stati incoraggiati a iniziare la propria attività. Altre regioni e città costiere sono state designate come città aperte e zone di sviluppo, che hanno permesso loro di sperimentare riforme del libero mercato e di offrire incentivi fiscali e commerciali per attirare investimenti esteri. Inoltre, i controlli statali sui prezzi su un'ampia gamma di prodotti sono stati gradualmente eliminati. La liberalizzazione del commercio è stata anche una chiave importante per il successo economico della Cina. La rimozione delle barriere commerciali ha incoraggiato una maggiore concorrenza e ha attratto flussi di IED, Investimenti Esteri Diretti. La graduale attuazione da parte della Cina delle riforme economiche ha cercato di identificare quali politiche hanno prodotto esiti economici favorevoli (e quali no) in modo da poter essere implementate in altre parti del paese, un processo che Deng Xiaoping ha definito "attraversare il fiume toccando le pietre"

2.3) CRESCITA ECONOMICA E RIFORME IN CINA. 1979- IL PRESENTE

Dall'introduzione delle riforme economiche, l'economia cinese è cresciuta in modo sostanzialmente più rapido rispetto al periodo pre-riforma e, per la maggior parte, ha evitato grandi sconvolgimenti economici. Dal 1979 al 2016, il PIL reale annuale della Cina era in media del 9,6%. Ciò significa che in media la Cina è stata in grado di raddoppiare le dimensioni della propria economia in termini reali ogni otto anni. Il rallentamento economico globale, iniziato nel 2008, ha avuto un impatto significativo sull'economia cinese. I media cinesi hanno riferito all'inizio del 2009 che 20 milioni di lavoratori migranti erano tornati a casa dopo aver perso il lavoro a causa della crisi finanziaria e che la crescita del PIL reale nel quarto trimestre del 2008 era scesa al 6,8% su base annua. Il governo cinese ha risposto implementando un pacchetto di stimoli economici da 586 miliardi di dollari (approvato nel novembre 2008), mirato principalmente a finanziare le infrastrutture e allentare le politiche monetarie per aumentare il credito bancario.⁴⁶ Tali politiche hanno consentito alla Cina di superare efficacemente gli effetti del forte calo globale della domanda per prodotti cinesi. Dal 2008 al 2010, la crescita reale del PIL in Cina è stata del 9,7%. Tuttavia, il tasso di crescita del PIL ha rallentato per i successivi sei anni consecutivi, passando dal 10,6% nel 2010 al 6,7% nel 2016 (sebbene sia salito al 6,8% nel 2017). Il World Economic Outlook nel 2017 prevedeva che il PIL reale della Cina avrebbe rallentato ulteriormente nei prossimi anni, raggiungendo il 5,7% nel 2022.⁴⁷

2.4) CAUSE DELLA CRESCITA ECONOMICA DELLA CINA

Gli economisti generalmente attribuiscono gran parte della rapida crescita economica della Cina a due fattori principali: investimenti di capitale su larga scala (finanziati da grandi risparmi interni e investimenti esteri) e rapida crescita della produttività. Questi due fattori sembrano essere andati di pari passo. Le riforme economiche hanno portato a una maggiore efficienza dell'economia, che ha incrementato la produzione e aumentato le risorse per ulteriori investimenti nell'economia⁴⁸.

La Cina ha storicamente mantenuto un alto tasso di risparmio. Quando le riforme furono avviate nel 1979, il risparmio interno in percentuale del PIL era del 32%⁴⁹. Tuttavia, la maggior parte dei risparmi cinesi durante questo periodo sono stati generati dagli utili delle SOE (State Owned Enterprise), che sono stati utilizzati dal governo centrale per gli investimenti interni. Le riforme economiche, che includevano il decentramento della produzione economica, hanno portato a una crescita sostanziale dei risparmi delle famiglie cinesi e dei risparmi delle imprese. Di conseguenza, il risparmio lordo della Cina in percentuale del PIL è il più alto tra le principali economie. L'ampio livello di risparmio ha permesso alla Cina di aumentare notevolmente gli

⁴⁶ Xinhua, "20 million jobless migrant workers return home," February 2, 2009

⁴⁷ IMF, World Economic Outlook

⁴⁸ Congressional Research Service, China's Economic Rise: History, Trends, Challenges, and Implications for the United States, 5 Febbraio 2018

⁴⁹ International Economics, China's high saving rate: myth and reality, 2010

investimenti interni. In effetti, i livelli di risparmio interno lordo della Cina superano di gran lunga i suoi livelli di investimento interni, e hanno reso la Cina un grande finanziatore globale.

Diversi economisti hanno concluso che gli aumenti di produttività (cioè aumenti di efficienza) sono stati un altro fattore importante nella rapida crescita economica della Cina. I miglioramenti apportati alla produttività sono stati causati in gran parte da una redistribuzione delle risorse a usi più produttivi, soprattutto in settori precedentemente pesantemente controllati dal governo centrale, come agricoltura, commercio e servizi. Ad esempio, le riforme agricole hanno stimolato la produzione, liberando i lavoratori per perseguire l'occupazione nel settore manifatturiero più produttivo. Il decentramento dell'economia cinese ha portato all'aumento delle imprese non statali (come le ditte private), che tendevano a perseguire attività più produttive rispetto agli SOE controllati a livello centrale e erano più orientati al mercato e più efficienti. Inoltre, una quota maggiore dell'economia (principalmente il settore delle esportazioni) è stata esposta alle forze della concorrenza. I governi locali e provinciali sono stati autorizzati a stabilire e gestire varie imprese senza interferenze da parte del governo. Inoltre, gli IDE in Cina hanno portato con sé nuove tecnologie e processi che hanno incrementato l'efficienza.

Tuttavia, dal momento che lo sviluppo tecnologico cinese inizia a convergere con i principali paesi sviluppati (cioè attraverso l'adozione di tecnologia straniera), il suo livello di guadagni di produttività, e quindi la crescita del PIL reale, potrebbe rallentare significativamente dai suoi livelli storici a meno che la Cina non diventi un centro importante per nuove tecnologie e innovazione e / o implementi nuove riforme economiche globali. Diverse economie in via di sviluppo (in particolare diverse in Asia e America Latina) hanno sperimentato un rapido sviluppo e crescita economica negli anni '60 e '70 implementando alcune delle stesse politiche che la Cina ha finora utilizzato per sviluppare la propria economia, come misure per incrementare le esportazioni e promuovere e proteggere determinate industrie. Tuttavia, ad un certo punto del loro sviluppo, alcuni di questi paesi hanno iniziato a sperimentare una stagnazione economica (o una crescita molto più lenta rispetto ai livelli precedenti) per un lungo periodo di tempo, un fenomeno descritto dagli economisti come la "trappola del reddito medio". Ciò significa che diverse economie in via di sviluppo (a basso reddito) sono state in grado di passare a un'economia a reddito medio, ma poiché non sono state in grado di sostenere alti livelli di guadagni di produttività (in parte perché non potevano affrontare le inefficienze strutturali nell'economia), non sono stati in grado di passare a un'economia ad alto reddito. La China Economist Intelligence Unit prevede che la crescita del PIL reale della Cina rallenterà considerevolmente negli anni a venire.

Il governo cinese ha indicato il suo desiderio di allontanarsi dal suo attuale modello economico di rapida crescita ad ogni costo per una crescita economica più "intelligente", che cerca di ridurre la dipendenza da industrie ad alta intensità energetica e altamente inquinanti e di fare più affidamento sull'alta tecnologia, energia verde e servizi. La Cina ha anche indicato di voler ottenere una crescita economica più equilibrata.

Oggi industria e costruzioni rappresentano circa il 48% del PIL cinese⁵⁰. La Cina è al secondo posto mondiale nella produzione industriale. Le principali industrie includono l'estrazione mineraria; ferro e acciaio; alluminio; carbone; macchinari; armamenti; tessuti e abbigliamento; petrolio; cemento; chimica; fertilizzanti; trasformazione dei prodotti alimentari; automobili e altre attrezzature di trasporto, compresi vagoni ferroviari e locomotive, navi e aeromobili; prodotti di consumo tra cui calzature, giocattoli ed elettronica; telecomunicazioni e tecnologia dell'informazione. La Cina è diventata una destinazione preferita per il trasferimento delle strutture produttive globali. La sua forza come piattaforma di esportazione ha contribuito al reddito e all'occupazione in Cina. Il settore statale rappresenta ancora circa il 40% del PIL⁵¹. Negli ultimi anni, le autorità hanno prestato maggiore attenzione alla gestione delle risorse statali, sia nel mercato finanziario che tra le imprese statali, e i progressi sono stati notevoli.

Sin dalla fondazione della Repubblica popolare, lo sviluppo industriale ha ricevuto una notevole attenzione. Tra le varie branche industriali, l'industria meccanica e metallurgica ha ricevuto la massima priorità. Queste due aree da sole rappresentano ora circa il 20-30%⁵² del valore lordo totale della produzione industriale.

2.5) PIANI PER IL FUTURO

Grazie all'incredibile sviluppo sostenuto in questi decenni la Cina ha avuto modo di mostrarsi al mondo non solo come un nuovo colosso economico, ma anche come il nuovo protagonista politico dell'Asia nonché il principale attore mondiale nella lotta climatica, sia per azioni intraprese che per aspettative future.

Preso in considerazione questa posizione diventa essenziale capire come la Cina intenda orientarsi per il futuro della propria politica. Il 19 ° Congresso Nazionale del Partito Comunista Cinese ha approvato un emendamento alla Costituzione del Partito per sancire "il pensiero di Xi Jinping sul socialismo con le caratteristiche cinesi in una nuova era". Il congresso ha anche prodotto un piano per lo sviluppo della Cina fino al 2050, uno dei quali riflette i cambiamenti che la riforma economica e l'apertura hanno portato al paese. Con questo in mente, il 19 ° Congresso del Partito tracciava una nuova road map, basata sui "due obiettivi centenari" ereditati dal XVIII Congresso del Partito - per costruire una "società moderatamente prospera" entro il 2021 e per trasformare la Cina in un "nazione completamente sviluppata e avanzata" entro il 2049⁵³.

Il 19 ° Congresso del Partito è andato in qualche modo a segnare il percorso tra questi due obiettivi, affermando che una volta realizzato il primo obiettivo centenario, il prossimo compito sarà quello di modernizzare la società cinese entro il 2035. Tale Cina moderna sarebbe un leader mondiale nell'innovazione, con un ambiente pulito, un grande gruppo a medio reddito e un divario molto più stretto tra crescita rurale e urbana, servizi pubblici e standard di vita. Il raggiungimento di questi obiettivi richiederà alla leadership

⁵⁰ The Boston Consulting Group, China Trust Industry Report, February 2018

⁵¹ Trading Economics, China GDP Annual Growth Rate 1989-2018

⁵² Trading Economics, China GDP Annual Growth Rate 1989-2018

⁵³ China Daily, China's vision for the future bright, 22 Novembre 2017

cinese di capire dove si trova il processo di sviluppo della Cina. È quindi promettente che la leadership abbia riconosciuto al 19 ° Congresso del Partito che la Cina è e rimarrà nella fase primaria del socialismo. La Cina deve quindi sostenere la crescita economica per risolvere i problemi del Paese. Ciò premesso, i principali leader della Cina hanno promesso che avrebbero continuato a implementare riforme strutturali e a portare avanti la liberalizzazione economica. Ciò si basa su una risoluzione, adottata al terzo plenum del 18 ° Comitato Centrale CPC nel 2013, per dare al mercato il "ruolo decisivo" nell'allocazione delle risorse⁵⁴.

Come ha riconosciuto il 19 ° Congresso del Partito, onorare questi impegni richiederà alla Cina di proteggere i diritti di proprietà privata e l'imprenditorialità. L'importanza di ciò è evidenziata dal fatto che il settore privato contribuisce per oltre il 60% al PIL cinese, al 50% delle tasse, al 70% delle innovazioni tecnologiche e di prodotto e all'80% dei posti di lavoro, nonostante contenga meno di 40 percentuale degli input⁵⁵. Per quanto riguarda la liberalizzazione, la Cina si impegna ad attuare politiche per aprire ulteriormente i suoi mercati al commercio e agli investimenti esteri, proteggendo al contempo i legittimi diritti e interessi degli investitori stranieri. Come parte di questo sforzo, il governo sta autorizzando ulteriori zone di libero scambio e sta esplorando la possibilità di porti di libero scambio in località selezionate. La Cina sembra essere sulla buona strada per raggiungere il suo obiettivo di diventare un'economia ad alto reddito entro il 2035. Ma dovrà sostenere una crescita della produttività del lavoro di almeno il 5% all'anno per i prossimi 15-20 anni, un risultato che dipenderà dall'aumento urbanizzazione e approfondimento del progresso tecnologico⁵⁶.

Per raggiungere il successo, la Cina deve adattarsi efficacemente alle mutevoli condizioni interne ed esterne e gestire i rischi che si sono accumulati negli ultimi decenni. Ad esempio, deve affrontare la crescente disparità di reddito, determinata in gran parte dalla disparità massiccia tra redditi urbani e rurali. Secondo i dati di China Household Financial Survey, il coefficiente di Gini della Cina, la misura più comune di disuguaglianza, è salito da 0,283 nel 1983 a 0,474 nel 2012⁵⁷. Sebbene il coefficiente di Gini sia sceso a 0,465 entro il 2016, ha comunque superato lo 0,24-0,36 economie. Se la Cina non riesce a contenere la disuguaglianza, la sua crescita a lungo termine potrebbe risentirne. Ma con un chiaro piano di sviluppo e un leader potente, il cui peso politico garantisce tutte le riforme, la Cina potrebbe essere in una posizione forte per affrontare le sfide che deve affrontare e sostenere il suo successo economico senza precedenti. Tuttavia, anche se la Cina raggiungerà i suoi obiettivi per il 2050, la sfida non sarà finita, perché dovrà fare i conti con l'invecchiamento della popolazione. Entro il 2050, il 36,5% della popolazione cinese dovrebbe superare i 60 anni, secondo la revisione del 2017 delle Prospettive di popolazione mondiale delle Nazioni Unite. L'età media può raggiungere un massimo di 49,6, superiore rispetto a Svezia, Regno Unito, Unione europea nel

⁵⁴ The US-China Business Council, China Outlines Economic Goals for Next Five Years

⁵⁵ China Daily, China's vision for the future bright, 22 Novembre 2017

⁵⁶ Forbes, What Will China's Future Look Like?, 7 Marzo 2018

⁵⁷ The Economist, What China Wants, 21 Agosto 2014

suo insieme e Stati Uniti. Ciò rende ancora più cruciale per i leader cinesi prendere le giuste decisioni e mettere il paese su una base stabile entro il 2050⁵⁸.

⁵⁸ The Atlantic, What Xi Jinping Wants, 31 Maggio 2017

3) LA CINA E IL CARBONE

Immagine 3.1 – Emissioni CO2 misurate in milioni di tonnellate nel 2014 (fonte: Britishgas.co.uk)

Carbon Emission per Country in World(2014)

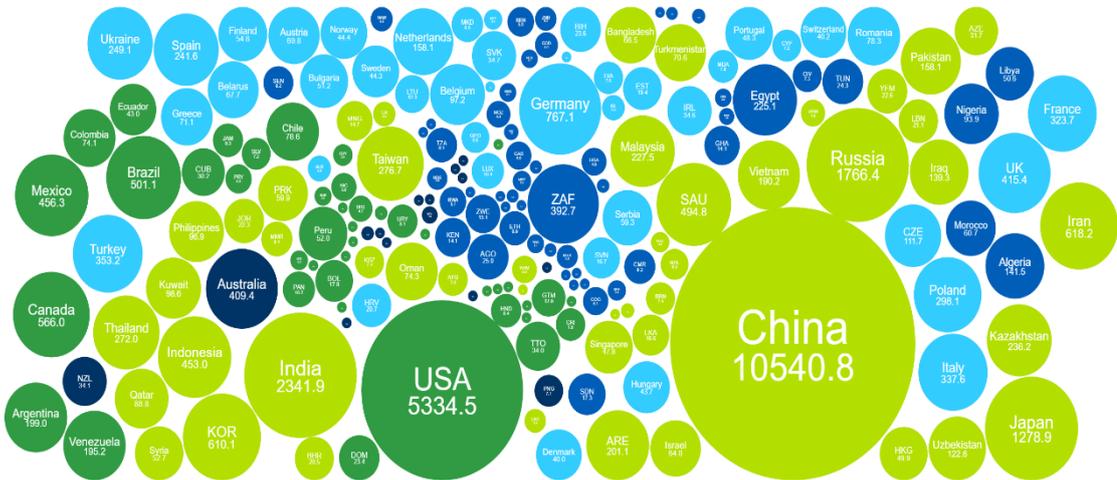


Tabella 3.1 - Utilizzo di energia per regione (kWh/capita & TWh) e crescita 1990–2008 (%)									
Regione	kWh/capita			popolazione (milioni)			Utilizzo energia (1,000 TWh)		
	1990	2008	Crescita	1990	2008	Crescita	1990	2008	Crescita
USA	89,021	87,216	-2%	250	305	22%	22.3	26.6	20%
EU-28	40,240	40,821	1%	473	499	5%	19.0	20.4	7%
Cina	8,839	18,608	111%	1,141	1,333	17%	10.1	24.8	146%
India	4,419	6,280	42%	850	1,140	34%	3.8	7.2	91%

Fonti: IEA/OECD, Popolazione OECD/World Bank

Utilizzo dell'energia= kWh/capita * miliardo di persone (popolazione) = 1 TWh

Come la tabella 3.1 dimostra, il consumo di energia in Cina dalla fine degli anni 90 è aumentato in maniera incredibilmente veloce. Questo perché il forte sviluppo economico introdotto da Deng Xiaoping negli anni '70 ha portato uno sviluppo economico mai visto prima. Infatti con una politica più aperta e con attente riforme la Cina riuscì a diventare meta di investimenti stranieri e quindi ad iniziare anche un processo di industrializzazione su scala nazionale. Questo sviluppo non si manifestò solamente in uno sviluppo industriale, ma in un concreto miglioramento della qualità della vita per diversi milioni di cinesi.

Tabella 3.2 - Principali Paesi produttori di carbone (milioni di Ton)					Tabella 3.3 - Principali paesi esportatori di carbone (quantità Mt)					
Fonte: BP Statistical review of world energy 2016					Fonte: IEA Key World Energy Statistics 2010-2012					
Paese	2000	2015	%	Vita dei giacimenti (anni)		Nazione	2010	2011	% 2011	2012
 Cina	1,384.2	3,747.0	47.7%	31	1	Indonesia	162	309	29.7%	383
 USA	974.0	812.8	11.9%	292	2	Australia	298	285	27.4%	302
 India	334.8	677.5	7.4%	89	3	Russia	89	99	9.5%	103
 UE	653.3	528.1	3.8%	112	4	US	57	85	8.2%	106
 Australia	313.9	484.5	7.2%	158	5	Colombia	68	76	7.3%	82
 Indonesia	77.0	392.0	6.3%	71	6	South Africa	68	70	6.7%	72
 Russia	262.1	373.3	4.8%	422						

Tuttavia, al fine di sostenere questa crescita economica fu necessario sviluppare un sistema che garantisse alla Cina grandi quantità di energia. Il fatto che la Cina fosse naturalmente molto ricca di carbone, e lo potesse estrarre e trasportare ad un costo relativamente molto basso, ha trasformato questa materia nella pietra angolare dello sviluppo economico e industriale cinese. La Cina, infatti, è diventata il principale produttore di carbone al mondo oggi, come si vede nella tabella 3.2, ma l'esporta in maniera molto limitata

rispetto alla propria produzione, come mostrato nella tabella 3.3, questo perché principalmente esso viene utilizzato per soddisfare il fabbisogno interno di energia.

3.1) IL CARBONE IN CINA

Prima delle riforme economiche introdotte nel 1979, il carbone dominava la struttura energetica commerciale della Cina ancor più di oggi, ma le scorte brevi costituivano un collo di bottiglia per i piani della crescita economica immaginati. I cambiamenti regolatori di vasta portata erano stati promulgati, consentendo alla produzione di carbone di espandersi molto rapidamente, e la sua crescita aveva superato di gran lunga quella del petrolio e del gas naturale fino alla metà degli anni '90. Nella seconda metà degli anni '90, i dati ufficiali mostrano che la produzione e l'uso di carbone erano diminuiti in modo significativo. La domanda è tornata a salire dopo il 2002 e, più di ogni altra fonte di energia, il carbone ha alimentato la fenomenale espansione del decennio in corso. La Cina è diventata il più grande produttore di carbone del mondo all'inizio degli anni '80. La produzione nel 2006 è stata di 2 320 Mt (e circa 2 549 Mt nel 2007), ben oltre il secondo produttore, gli Stati Uniti, con 1 068 Mt⁶¹.

L'aumento della produzione di carbone negli anni '80 proveniva da nuove piccole miniere locali, principalmente imprese provinciali di proprietà dei governi locali. Nel 1979, le miniere di carbone di proprietà statale rappresentavano il 56% della produzione totale, ma erano diminuite al 37% nel 1995, mentre, nello stesso periodo, la quota di carbone delle miniere provinciali passava dal 17% al 46%.⁶² Tra la metà e la fine degli anni '90, la ristrutturazione delle imprese statali ha permesso loro di eliminare l'eccesso di manodopera e di investire in progetti di espansione che consentissero l'aumento post produzione del 2000. Ulteriori riforme hanno incoraggiato la vendita di miniere di carbone provinciali a privati, in parte per separare gli interessi gestionali dalle funzioni normative dei governi locali, così che la maggior parte delle miniere di piccole dimensioni sono ora in mani private⁶³.

I principi utilizzati dai responsabili delle politiche per lo sviluppo dell'industria carboniera durante il periodo di riforme economiche dal 1979 sono stati riassunti in tre slogan. "Camminare su due piedi" che si riferisce allo sviluppo di entrambe le miniere di proprietà statale e le miniere locali, quest'ultima composta da miniere regionali, provinciali e private. "Andare avanti in parallelo con grandi, medie e piccole" significava che lo sviluppo non dovrebbe favorire solo le miniere su larga scala. Entrambe le politiche miravano ad allontanarsi dall'economia pianificata verso mercati con più attori. In questo, la nazione ha avuto un grande successo; la struttura proprietaria delle imprese di estrazione del carbone si è diversificata, la scala di produzione è cresciuta e l'efficienza della produzione è gradualmente migliorata. Una volta esclusivamente proprietà pubblica, le miniere di carbone della Cina ora includono quelle in cui lo stato è il proprietario o il principale

⁶¹ IEA, World Energy Outlook, 2008

⁶² International Energy Agency, Cleaner Coal in China, 2009

⁶³ International Energy Agency, Cleaner Coal in China, 2009

azionista, a livello nazionale, provinciale e inferiore, e quelle che sono collettivi, cooperative, società private o joint venture con imprese straniere. L'ultimo slogan, "lasciare che l'acqua stagnante scorra veloce", è stata una richiesta di trasformare risorse di carbone non sfruttate in nuovi flussi di approvvigionamento. Anche questa chiamata ha ricevuto risposta, ma influenzando i costi per i tassi di recupero a lungo termine.⁶⁴

La comparsa di una situazione di scarsa disponibilità nel 2002 ha costretto molte miniere a funzionare a pieno regime e gli incidenti mortali sono saliti a un massimo di quasi 7 000 in quell'anno. Il boom della domanda di carbone ha portato a una ripresa degli investimenti nelle principali miniere di proprietà statale, attraverso utili non distribuiti, prestiti bancari e, successivamente, vendite pubbliche di azioni.⁶⁵ Anche miniere di carbone provinciali e private hanno risposto rapidamente al mercato ristretto, dimostrando la loro straordinaria capacità di soddisfare i cambiamenti del mercato. Dal 2000 al 2006, la loro produzione annua è cresciuta del 232% o di 623 Mtpa, rispetto al 109% o 584 Mtpa delle principali miniere di proprietà statale. La produzione di quest'ultime nel 2006 ha raggiunto un massimo storico di 892 Mt, pari al 38% della produzione nazionale.⁶⁶ Nel 1995, quando le miniere di carbone private e provinciali erano 72 919, la produzione annuale della miniera media era solo l'1% di una tipica miniera di carbone di proprietà statale.⁶⁷ Tuttavia, in totale, le 596 miniere di proprietà statale hanno prodotto meno carbone delle altre. Nel 2005, il numero di miniere di piccole dimensioni era sceso a 16 276, ma la produzione per miniera era aumentata di quasi un ordine di grandezza. Allo stesso tempo, le miniere di proprietà statale hanno raddoppiato le dimensioni e sono cresciute fino a 735; ora rappresentano la maggior parte della produzione di carbone.⁶⁸ La maggior parte delle miniere di carbone della Cina sono piccole rispetto agli standard mondiali, ma una quota crescente di produzione proviene da nuove e più grandi miniere. Nel 2005, il 39% era classificato come grande (> 1,2 Mtpa), il 7% medio (0,45-1,2 Mtpa) e il 54% piccolo (<0,45 Mtpa); le miniere di grandi e medie dimensioni rappresentavano il 54% della produzione totale di carbone. Dieci imprese minerarie di carbone producono ciascuna oltre 30 Mtpa, tra cui due oltre 100 Mtpa. Nel 2006, il solo gruppo Shenhua ha prodotto 137 Mt e ha registrato vendite complessive di oltre 170 Mt che comprendevano il carbone acquistato da società minerarie più piccole. Altre grandi imprese - Datong Coal Mining Group, China National Coal Group e Shanxi Coking Coal Group - hanno superato ognuna 50 Mt. La dimensione media della miniera è passata da meno di 20 ktpa nel 2000 a oltre 90 ktpa attualmente. Nel frattempo, le miniere di carbone hanno rafforzato la loro cooperazione con le compagnie elettriche e chimiche; attraverso la diversificazione e l'espansione, 23 imprese carboniere sono entrate nelle fila delle prime 500 aziende cinesi.⁶⁹

⁶⁴ International Energy Agency, Cleaner Coal in China, 2009

⁶⁵ International Energy Agency, Cleaner Coal in China, 2009

⁶⁶ International Energy Agency, Cleaner Coal in China, 2009

⁶⁷ International Energy Agency, Coal in the Energy Supply of China, 1974-1999

⁶⁸ International Energy Agency, Cleaner Coal in China, 2009

⁶⁹ International Energy Agency, Cleaner Coal in China, 2009

La Cina è di gran lunga il più grande produttore mondiale di carbone e ha estratto il 47% del carbone mondiale nel 2013. La produzione di carbone è aumentata ad un tasso impressionante nell'ultimo decennio, da 1,38 Gt nel 2000 a 3,23 Gt nel 2010 - una crescita media annua di 9 per cento. La produzione ha continuato ad aumentare negli ultimi tre anni, tuttavia la crescita sta rallentando drasticamente. Nel 2013, la produzione è cresciuta a 3,7 Gt, un modesto aumento dell'1,3% rispetto al 2012. Le ragioni del rallentamento sono duplici: la crescita della domanda cinese è rallentata e i prezzi relativamente bassi nel commercio marittimo internazionale hanno aumentato l'attrattiva delle importazioni rispetto al carbone nazionale.⁷⁰

Inoltre a seguito dell'undicesimo piano quinquennale, l'industria carboniera ha subito una ristrutturazione a livello di settore, cambiando rapidamente per concentrarsi sulle grandi e moderne miniere. Infatti a seguito di questo piano quinquennale si è iniziato a considerare il problema della CO₂ in maniera più seria, cercando di limitare il numero di piccole miniere indipendenti, in quanto considerate le principali cause di una produzione inefficiente e altamente inquinante di carbone. Proprio per questo la produzione media annuale di una miniera individuale è passata da 90.000 a 260.000 tonnellate all'anno. Nel 2012, la produzione moderna di carbone su larga scala rappresentava circa il 65% della produzione totale della Cina e il contributo della produzione su piccola scala era stato ridotto al 17%. Oggi vengono prodotte circa 600 milioni di tonnellate di carbone all'anno da 47 miniere di grandi dimensioni, ognuna delle quali produce oltre 10 milioni di tonnellate all'anno. Anche la produzione di carbone della Cina è diventata più concentrata geograficamente. La produzione totale annua delle 14 grandi basi di carbone è di 3,3 miliardi di tonnellate di carbone, pari al 90,4% della produzione totale di carbone. C'è stato anche uno spostamento di attenzione verso un numero sempre minore di produttori di carbone. Oggi ci sono 52 aziende che producono da oltre 10 milioni a 461 milioni di tonnellate di carbone all'anno; la loro produzione annua combinata è di 2,76 miliardi di tonnellate. Sette aziende producono oltre 100 milioni di tonnellate di carbone all'anno; la loro produzione congiunta è di 1.227 miliardi di tonnellate. Le prime quattro imprese produttrici di carbone rappresentano il 22,2% della produzione annua totale di carbone.⁷¹

Il consumo di carbone della Cina ha raggiunto il suo picco nel 2013, però a seguito delle politiche di protezione ambientale, riduzione delle emissioni di CO₂ l'utilizzo del carbone è diminuito. Questa serie di politiche ha portato ad una costante diminuzione del consumo di carbone, e il presidente Xi Jinping ha ottimisticamente sostenuto che le emissioni di CO₂, di cui il carbone è il principale colpevole, raggiungeranno il loro picco nel 2030.⁷²

⁷⁰ The Oxford Institute for Energy studies, China's Coal Market: Can Beijing Tame 'King Coal'?, December 2014

⁷¹ Cornerstone issue 4 volume 4, The Urgent Need to Move From CCS Research to Commercial Development, winter 2016

⁷² The Guardian, China coal consumption drops again, February 29 2016

3.2) TRASPORTO DEL CARBONE

Immagine 3.2 – Mappa delle riserve di carbone in Cina nel 2011

(fonte: Lawrence Berkeley National Laboratory)



⁷³Le principali miniere di carbone della Cina sono nel nord e nel nord-ovest, mentre la domanda di energia è maggiore nelle zone costiere orientali e sudorientali. Di conseguenza, il carbone deve essere trasportato su lunghe distanze da ovest a est e da nord a sud, che per la Cina è sempre stato un limite all'uso del carbone. Dei tre mezzi di trasporto - ferrovia, acqua e strada - la ferrovia è di gran lunga la più importante. Il volume di carbone e prodotti a base di carbone spostato su rotaia è passato da 629 Mt del 1990⁷⁴ a 1 390 Mt nel

⁷³ Immagine di Global Energy Network Institute

⁷⁴ International Energy Agency, Coal in the Energy Supply of China, 1974-1999

2006 (1 120 Mt sulla ferrovia nazionale)⁷⁵ quando rappresentava il 48% del tonnellaggio totale del trasporto ferroviario e il 58% della produzione totale di carbone. Il trasporto di acqua, in particolare la navigazione costiera da nord a sud, è il secondo vettore. Dal 2000 al 2006, il tasso di crescita annuale del trasporto di carbone trasportato dalle ferrovie nazionali è stato dell'8,5%, molto inferiore al tasso di crescita della produzione dell'11,1% nello stesso periodo. Il rapido aumento della produzione di carbone ha comportato il fatto che, anche con grandi nuovi progetti ferroviari, una grande quantità di produzione incrementale doveva essere trasportata su camion, a volte su lunghe distanze. Tuttavia, in termini di tonnellate-chilometro (t-km), il trasporto su strada rimane il più piccolo vettore di carbone poiché viene utilizzato principalmente per la distribuzione locale. La distanza media di consegna è di 550-575 km per ferrovia, 1 900 km per acqua e circa 80 km su strada.

Il carbone viene trasportato su rotaia lungo tre corridoi separati. Il corridoio settentrionale comprende le ferrovie Daqin, Fengsha, Jingyuan, Jitong e Shenshuohuang. Queste linee trasportano principalmente carbone dallo Shanxi settentrionale, dallo Shaanxi settentrionale e dalla regione di Shendong a Pechino, dai porti Qinghuangdao e Tianjin nell'Hebei e dai clienti nelle parti nord-orientali e orientali della Cina. Il corridoio centrale comprende le ferrovie Shitai e Hanchang, che trasportano principalmente carbone e antracite dallo Shanxi orientale e centrale al porto di Qingdao e ai consumatori dell'est.⁷⁶

Il corridoio meridionale è costituito dalle ferrovie Taijiao, Houyue, Longhai, Xikang e Ningxitie. Trasportano carbone da coke, carbone da vapore e antracite dallo Shaanxi settentrionale, dallo Shanxi centrale, da Shendong, Huanglong e Ningxia orientale ai porti di Rizhao e Lianyungang e della Cina meridionale e orientale.

Nel 2006, il Ministero delle ferrovie, in conformità con l'undicesimo piano quinquennale e il piano di rete ferroviaria a lungo termine, ha accelerato l'espansione delle reti ferroviarie per alleviare i colli di bottiglia che avevano ostacolato le consegne di carbone ai mercati in crescita. Gli investimenti previsti per il 2006 ammontavano a 165 miliardi di RMB per 87 nuovi progetti ferroviari, con una capacità ferroviaria aggiuntiva di 80 Mtpa. Secondo il Ministero delle ferrovie, la domanda di trasporto ferroviario di carbone era di 1 700-1 800 Mtpa nel 2010 e dovrebbe essere di 2 000-2 200 Mtpa entro il 2020. La capacità ferroviaria prevista non è all'altezza di questi dati, pertanto si prevede che le strozzature persisteranno, in particolare nello Shaanxi e nella parte centrale meridionale dello Shanxi, mentre la produzione di carbone rimarrà ulteriormente concentrata in queste province e nella Mongolia Interna. Il trasporto di carbone rappresenta circa il 60% del trasporto di merci della Cina.⁷⁷ Nel 2013 le ferrovie cinesi hanno trasportato quasi 4 GT di merci, di cui 2,32 Gt di carbone. Le ferrovie delle regioni di approvvigionamento del carbone sono divise in tre rotte: la rotta settentrionale per il trasporto del carbone dallo Shanxi settentrionale, dallo Shaanxi

⁷⁵ International Energy Agency, *Coal in China Cleaner*, 2009

⁷⁶ International Energy Agency, *DISTRICT ENERGY SYSTEMS in CHINA*, 2017

⁷⁷ International Energy Agency, *Cleaner Coal in China*, 2009

settentrionale e dalla Mongolia interna la via di mezzo per il carbone dallo Shanxi centrale e la rotta meridionale per il carbone dal centro e dal sud Shaanxi. La rotta nord è la più importante, in quanto comprende due importanti linee di carbone dedicate (le linee Daqin e Shuohuang) per trasportare il carbone verso i porti del nord-est da cui il carbone viene spedito a sud.⁷⁸

Negli ultimi anni, il trasporto su strada del carbone ha svolto un ruolo importante nell'alleviare la pressione sulla capacità ferroviaria, che è aumentata più lentamente della produzione di carbone. Lo Shanxi, il più grande produttore di carbone del Paese, ha spedito 430 Mt di produzione totale nel 2005 di 543 Mt. Di questi, 100 Mt sono stati consegnati sulla strada, mettendo a dura prova la nuova rete autostradale. Durante l'undicesimo periodo del piano quinquennale, lo Shanxi costruirà o ristrutturerà 3 000 km di strade, collegando le sue tre basi di carbone e migliorando la capacità di spostare il carbone all'interno dello Shanxi e in altre province.⁷⁹ Poiché la capacità ferroviaria è ancora lungi dall'essere adeguata, i minatori di carbone sono costretti a fare affidamento su una rete stradale già congestionata per fornire carbone ai porti. L'autotrasporto non è solo un modo più costoso di trasportare il carbone, aumentando il prezzo del carbone consegnato, ma anche quello più inquinante. La Cina si sforza pertanto di espandere le linee ferroviarie dalle principali province di produzione ed esportazione (Shanxi, Shaanxi, Mongolia interna occidentale, Ningxia, Gansu e Xinjiang) ai porti nord-orientali e al centro / sud della Cina. Nell'aprile 2014 il Consiglio di Stato ha approvato una riforma del finanziamento, tra cui un nuovo fondo per lo sviluppo ferroviario finanziato dal capitale pubblico e privato. Sempre in aprile, il CRC ha innalzato il suo obiettivo di investimento fisso a oltre 800 miliardi di RMB per il 2014 dai precedenti 630 miliardi.⁸⁰

Il trasporto costiero di carbone da nord a sud avviene attraverso i porti di Qinhuangdao, Tianjin, Jingtang a Tangshan e Huanghua (Hebei), Qingdao e Rizhao (Shandong) e Lianyungang (Jiangsu). Nel 2005, ci sono stati 42 ormeggi dedicati per il carico di carbone nel nord, con una capacità totale di 343 Mtpa. I 122 punti di sbarco dedicati per lo scarico del carbone (compresi 75 ormeggi in acque profonde), con una capacità totale di 270 Mtpa, situati nella Cina orientale e meridionale, sono importanti per garantire l'approvvigionamento energetico in quella regione⁸¹. La produzione di carbone nei porti marittimi e nei principali porti del fiume Yangtze per le consegne successive ai clienti è stata di 408 Mt nel 2007, comprese le vendite sul mercato interno di 345 Mt e il rimanente per l'esportazione.⁸² I porti principali nel nord della Cina stanno aumentando ulteriormente le loro capacità di gestione del carbone, accelerando la costruzione e l'ammodernamento delle

⁷⁸ International Energy Agency, DISTRICT ENERGY SYSTEMS in CHINA, 2017

⁷⁹ International Energy Agency, Cleaner Coal in China, 2009

⁸⁰ The Oxford Institute for Energy studies, China's Coal Market: Can Beijing Tame 'King Coal'?, December 2014

⁸¹ International Energy Agency, Cleaner Coal in China, 2009

⁸² International Energy Agency, Cleaner Coal in China, 2009

strutture pertinenti. La capacità totale di movimentazione del carbone nei principali porti nord-orientali è stata aumentata da 750 Mt nel 2013 a 1.050-1.100 Mt nel 2017.⁸³

3.3) DOMANDA DEL CARBONE

In quanto più grande produttore, la Cina è anche il più grande utilizzatore di carbone del mondo. Negli ultimi due decenni, la domanda di carbone della Cina ha subito un notevole cambiamento strutturale, concentrandosi sulla produzione di energia e calore e su tre settori industriali. Nel 1985, il settore dell'energia e del calore rappresentava solo il 23% del consumo totale di carbone primario, seguito dalla produzione di minerali residenziali (20%), non metallici (11%), ferro e acciaio (11%) e prodotti chimici (6%).⁸⁴ Da allora, tutti i settori sono diventati molto più dipendenti dall'elettricità, come è tipico nelle economie in via di sviluppo. La combustione diretta di carbone da parte degli utenti finali è diventata meno importante tranne in alcuni settori in cui la sostituzione non è possibile e in cui l'abbondanza relativa di carbone rispetto al petrolio e al gas ha portato a continuare a fare affidamento sul carbone. Fino al 2005, la quota di utilizzo di carbone primario destinato alla produzione di energia e calore era superiore al 57%, mentre i minerali non metallici utilizzavano l'8%, il ferro e l'acciaio il 14% e i prodotti chimici il 3%. L'uso residenziale del carbone era sceso a solo il 4% e il consumo assoluto di carbone da parte delle famiglie si era dimezzato a causa del cambio di combustibile, principalmente al gas naturale.⁸⁵

Più di ogni altro fattore, la domanda di elettricità e l'efficienza della generazione a carbone determineranno la futura domanda di carbone della Cina. L'efficienza media è aumentata costantemente con l'arrivo di nuove unità più grandi. La dimensione media delle nuove unità a carbone è di circa 500 MW, mentre vengono commissionate unità sempre più grandi fino a 1 000 MW. Il rapido ritmo di costruzione, unito alle chiusure di unità piccole e meno efficienti (riferito a oltre 14 GW nel 2007), significa che l'efficienza media della centrale elettrica cinese sta rapidamente raggiungendo quella dei paesi sviluppati. Si stima che l'efficienza media degli stabilimenti alimentati a carbone della Cina sia stata del 32% nel 2005 e si prevede che si avvicini al 40% entro il 2030⁸⁶ quando le unità supercritiche più grandi entreranno in funzione e le unità subcritiche più vecchie saranno gradualmente eliminate. Alcune aziende elettriche e imprese di estrazione del carbone hanno concordato di costruire congiuntamente centrali elettriche a miniera, un'integrazione verticale che promette di costruire e gestire impianti più grandi e più efficienti. Nonostante questi tentativi di miglioramento il settore della produzione di energia rimane tutt'oggi il più grande utilizzatore di carbone, infatti ancora nel 2013 la produzione di energia rappresentava ancora più del 50% del consumo del carbone. Nel 2012, la domanda di energia elettrica è scesa al 5,9%, il suo tasso più basso dal 2008. Al contrario, il 2013

⁸³ The Oxford Institute for Energy studies, China's Coal Market: Can Beijing Tame 'King Coal'?, December 2014

⁸⁴ International Energy Agency, Coal in the Energy Supply of China, 1974-1999

⁸⁵ Paulson Papers On Energy and Environment, Rebalancing China's Energy Strategy, 2015

⁸⁶ Lawrence Berkeley National Laboratory, KEY CHINA ENERGY STATISTICS 2016

ha visto un ritorno della crescita dell'elettricità al 7,5% grazie alla ripresa della domanda industriale.⁸⁷ L'elevata quota della domanda industriale sia nella domanda totale di elettricità che nella domanda di carbone ha fatto sì che il settore industriale rappresenti oltre l'80% della domanda totale di carbone. La crescita della domanda di energia elettrica ha spinto la Cina a triplicare la sua capacità di generazione nell'ultimo decennio, passando da 315 GW nel 2000 a 970 GW nel 2010. La capacità ha continuato ad aumentare rapidamente negli ultimi anni e ha raggiunto 1.250 GW alla fine del 2013. Il carbone domina la capacità di potenza, rappresentando il 63% della capacità totale installata.⁸⁸

La produzione di ferro e acciaio si è espansa rapidamente dal 2000, trainata da un boom nello sviluppo delle costruzioni e delle infrastrutture, nonché da una forte domanda di beni durevoli di consumo, con una domanda crescente per il carbone. Secondo l'Ufficio Nazionale di Statistica della Cina, la produzione di coke, ferro e acciaio nel 2006 ha consumato 439 Mt di vapore e carbone da coke - il 18% del consumo totale di carbone della Cina - essendo cresciuto ad un tasso annuo del 13,6% dal 2000. In Cina la produzione di acciaio ha continuato a crescere fortemente nel 2006 e nel 2007, producendo rispettivamente 419 Mt e 489 Mt di acciaio grezzo.⁸⁹ Mentre le acciaierie del paese sono molto più efficienti di quanto fossero un decennio prima, rimangono ancora notevoli opportunità per diventare ancora più efficienti. Tuttavia, anche i rapidi aumenti di efficienza non impediranno che la domanda di carbone in questo settore aumenti a patto che la domanda di acciaio continui a salire.

Il consumo annuo di carbone nel settore dei materiali non metallici è stato di 165 Mt nel 2006, principalmente per la produzione di cemento. La Cina è il più grande produttore al mondo, con 1 204 Mt nel 2006, in crescita del 19% rispetto al 2005. I processi di produzione tendono ad essere più energivori rispetto ad altri paesi, anche se sono stati compiuti progressi sostanziali. Nell'industria del cemento, ad esempio, circa il 70% della produzione proviene da moderni preriscaldatori a processo a secco e forni per calcestruzzi. Negli anni '90 la maggior parte del cemento proveniva ancora da forni verticali, un processo che è stato notevolmente migliorato attraverso la R & S domestica, ma che rimane più energivoro - e produce prodotti di qualità inferiore - rispetto ai forni moderni. Si prevede che i costanti miglioramenti di efficienza continueranno mentre i forni cilindrici vengono sostituiti dai forni rotanti. Tendenze simili si osservano nella produzione di vetro e porcellana, ma le industrie di mattoni e piastrelle sono state più lente da cambiare.⁹⁰

La domanda di carbone nell'industria chimica deriva principalmente dalla produzione di prodotti chimici. Poiché la richiesta di fertilizzanti chimici è cresciuta, anche la domanda dell'industria chimica per il carbone è aumentata.

⁸⁷ U.S. Energy Information Administration, China overview, 2015

⁸⁸ The Oxford Institute for Energy studies, China's Coal Market: Can Beijing Tame 'King Coal'?, December 2014

⁸⁹ U.S. Energy Information Administration, China overview, 2015

⁹⁰ International Energy Agency, Cleaner Coal in China, 2009

La produzione di carbone ha risentito dell'undicesimo piano quinquennale, in quanto le contromisure prese per prevenire le emissioni di CO₂ hanno investito direttamente questo settore, tuttavia, la politica dell'aumento delle dimensioni delle miniere è arrivato in un momento in cui il mercato del carbone si stava espandendo: nel 2005 sono stati prodotti 2,35 miliardi di tonnellate rispetto ai 3,65 miliardi di tonnellate del 2012. È stata necessaria una maggiore integrazione per utilizzare il carbone in modo più efficace. Ad esempio, oggi c'è maggiore integrazione tra produttori di carbone e generatori di energia. Attualmente, la capacità installata combinata delle imprese del carbone è superiore a 130 GW. Inoltre, i produttori di carbone stanno diventando maggiormente coinvolti nelle industrie a valle come il carbone e le sostanze chimiche da carbone. Molte delle compagnie di carbone di oggi non solo sfruttano il carbone, ma si dedicano anche al commercio, alla logistica, alla finanza e ad altre attività diversificate.⁹¹

Le politiche ambientali adottate e la coscienza sociale che si è sviluppata in questi anni hanno portato ad un costante miglioramento sul fronte dell'efficienza nel consumo energetico, che si è tradotta in un minor consumo di carbone. Il consumo nella Repubblica popolare cinese è diminuito dell'1,8% nel 2016 a causa di diversi fattori quali il cambiamento nel modello di crescita economica e le preoccupazioni relative all'inquinamento atmosferico⁹². Sebbene questi dati facciano ben sperare bisogna però considerare il fatto che la produzione di acciaio e la produzione di cemento sono industrie fortemente dipendenti dal carbone, con la Cina il maggior produttore mondiale. Nel 2015 la Repubblica popolare cinese ha prodotto 446 Mt di coke da coke (66,0% della produzione mondiale), 804 Mt di acciaio grezzo (49,6% della produzione mondiale), 696 Mt di ghisa (59,9% della produzione mondiale) e circa 2,35 Gt di cemento (57,3% della produzione mondiale)⁹³. Inoltre bisogna considerare il fatto che la produzione di energia nel 2015 si affidava ancora per il 70% al carbone, rafforzandone l'importanza strategica.⁹⁴

Le famiglie urbane si stanno allontanando dall'utilizzo del carbone verso l'elettricità, il gas naturale e il calore erogato, sebbene le famiglie rurali continuano a fare affidamento principalmente sul carbone e sui biocarburanti solidi. La domanda di carbone e coke per le famiglie è stata di 76 milioni di tonnellate nel 2006, tuttavia negli anni seguenti è diminuita gradualmente. Si sono visti cali simili negli usi industriali diversi da quelli sopra menzionati, poiché i forni industriali e le caldaie sono diventati più efficienti o sono stati convertiti ad altri combustibili.

Influenzato dalle politiche nazionali, le esportazioni di carbone sono diminuite dal 2003 mentre le importazioni sono aumentate. Nel 2006, le esportazioni di carbone della Cina sono state di 63,2 Mt, in calo del 12% rispetto al 2005, e nel 2007 sono diminuite di un ulteriore 15% a 53,7 Mt (IEA, 2008a). Nel 2006 le

⁹¹ Cornerstone issue 4 volume 4, The Urgent Need to Move From CCS Research to Commercial Development, winter 2016

⁹² International Energy Agency, Coal information: Overview, 2017

⁹³ International Energy Agency, Coal information: Overview, 2017

⁹⁴ www.stats.gov.cn, Total production of energy and its composition, 2016

importazioni di carbone erano pari a 38,1 Mt e nel 2007 sono aumentate a 47,6 Mt. A causa delle recenti tendenze, la nazione è diventata un importatore netto nel 2009.⁹⁵ Infatti negli anni a seguire, a causa delle politiche che sempre più scoraggiavano l'utilizzo del carbone e la sua estrazione, la Cina ha iniziato a fare affidamento sempre più sulle importazioni di carbone, vedendo aumenti percentuali a doppia cifra quasi ogni anno. "I commercianti di carbone cercano carburanti più economici dai mercati esteri, poiché ai minatori in Cina è stato ordinato di ridurre la capacità in modo da gestire le ispezioni ambientali e di sicurezza", ha affermato l'analista di Sublime Info Zhang Min.⁹⁶

3.4) PRINCIPALI LEGGI E POLITICHE SUL CARBONE

Il governo cinese ha stabilito lo stato di diritto come fondamentale per la trasformazione a lungo termine del paese da un modello orientato alla politica in un'economia pianificata a un modello orientato alla legge adatto per un'economia di mercato. Il sistema giuridico e normativo per l'industria carboniera è stato riformato in questa direzione. Le leggi e i regolamenti attualmente in vigore riguardano cinque aspetti fondamentali dell'industria del carbone: amministrazione delle risorse, controllo della sicurezza, protezione ambientale, amministrazione del settore e risparmio energetico.⁹⁷

- Nel marzo 1986, il Comitato permanente del 6 ° Congresso nazionale del popolo promulgò la legge sulle risorse minerarie. Nel marzo 1994, il Consiglio di Stato ha emanato norme per l'attuazione della legge sulle risorse minerarie.⁹⁸
- Nel novembre 1992, il Comitato permanente del 7 ° Congresso nazionale del popolo promulgò la legge sulla sicurezza delle mine.⁹⁹ Seguì l'ordinanza sull'ispezione delle miniere di carbone del Consiglio di Stato, emessa nel novembre 2000. Nel giugno 2002, il comitato permanente del 9 ° Congresso nazionale del popolo promulgò la legge sulla sicurezza del lavoro.¹⁰⁰
- Nel dicembre 1989, il Comitato permanente del 7 ° Congresso nazionale del popolo ha emanato la legge sulla protezione dell'ambiente, in sostituzione di una precedente legge del 1979. Poi, nel giugno 1991, il comitato permanente ha emanato la legge sull'acqua e la conservazione del suolo. Nell'ottobre 1995, il Comitato permanente dell'8 ° Congresso nazionale del popolo promulgò la legge sulla prevenzione e la riduzione dei rifiuti solidi.¹⁰¹
- Nell'agosto del 1996, il Comitato permanente dell'8 ° Congresso nazionale del popolo promulgò la legge del carbone. In quanto legge di base per l'industria carboniera, la legge sul carbone ha istituito

⁹⁵ A review of China's energy consumption structure and outlook based on a long-range energy alternatives modeling tool, 2016

⁹⁶ Reuters, China coal imports rise in November despite push against pollution

⁹⁷ International Energy Agency, Coal in the Energy Supply of China, 1974-1999

⁹⁸ International Energy Agency, Coal in the Energy Supply of China, 1974-1999

⁹⁹ International Energy Agency, Coal in the Energy Supply of China, 1974-1999

¹⁰⁰ International Energy Agency, Cleaner Coal in China, 2009

¹⁰¹ International Energy Agency, Coal in the Energy Supply of China, 1974-1999

sistemi legali per la regolamentazione dell'estrazione del carbone e del commercio del carbone, promuovendo lo sviluppo dell'industria carboniera e l'utilizzo del carbone e proteggendo le risorse di carbone.¹⁰²

- Nel novembre 1997, il Comitato permanente dell'8 ° Congresso nazionale del popolo ha emanato la legge sulla conservazione dell'energia.¹⁰³

Il sistema di prospezione e sviluppo delle risorse di carbone è stato rivisto per rispondere meglio alla crescente domanda di carbone. Migliorare il modo in cui vengono assegnati i diritti minerari potrebbe garantire che le imprese sviluppino risorse di carbone in modo razionale, senza gravi sprechi. Sono state discusse modifiche alle tasse e sulle risorse che rispecchiano meglio il valore reale delle risorse di carbone. L'estrazione del carbone è ampiamente considerata pericolosa e il danno ambientale causato dalle miniere di carbone persiste. Questa situazione ha attirato la preoccupazione dei cittadini e, in risposta, il governo sta migliorando i sistemi legali, normativi e di controllo con linee di autorità più chiare tra le numerose agenzie coinvolte.¹⁰⁴

Nel 2013 le autorità cinesi stanno portando avanti la riforma sulla tassa sulle risorse di carbone, mentre i prezzi del carbone rimasero bassi, questo fece sì che la riforma ebbe un impatto molto minore sui settori a valle. La tassa sulle risorse di carbone era determinata dal livello di produzione piuttosto che dal valore di mercato e il gettito fiscale era di proprietà del governo provinciale nelle province di produzione piuttosto che del governo centrale. Le amministrazioni locali vennero autorizzate a stabilire tariffe specifiche tra il 2 e il 10% del valore delle vendite e si riuscirono ad ottenere che il livello medio delle imposte in tutto il paese fosse del 5% circa. L'obiettivo della riforma era aumentare contemporaneamente le entrate del governo, frenare la produzione eccessiva, risparmiare risorse e proteggere l'ambiente.¹⁰⁵

Riguardo invece l'ambito legislativo più in generale e come questo influenza il mercato del carbone bisogna considerare diversi fattori. La pianificazione ambientale nazionale nel quadro del piano quinquennale è iniziata da zero e ora domina la governance ambientale in Cina. Generalmente le aree pubbliche più enfatizzate avranno capitoli precisi nel piano nazionale, i loro obiettivi saranno più articolati quantitativamente e saranno supportati da piani quinquennali più focalizzati, anche con riferimenti specifici ai settori interessati (ad esempio, l'11 ° piano quinquennale su "Protezione dell'ambiente nazionale" e su "Centrali a carbone per il controllo delle emissioni di CO₂"). Gli obiettivi sono scomposti e assegnati ai governi locali attraverso il sistema di accordi di responsabilità e integrati al veto per tracciare i fattori nella valutazione dei quadri. La protezione ambientale è entrata nel sesto piano quinquennale come capitolo indipendente ed

¹⁰² International Energy Agency, Coal in the Energy Supply of China, 1974-1999

¹⁰³ International Energy Agency, Coal in the Energy Supply of China, 1974-1999

¹⁰⁴ Ministry of Land and Resources People's Republic of China, China Mineral Resources, 2015

¹⁰⁵ The Oxford Institute for Energy studies, China's Coal Market: Can Beijing Tame 'King Coal'?, December 2014

è diventata più specifica e concreta nei successivi. L'11 ° piano quinquennale (2006-2010) è la pietra miliare in cui per la prima volta sono diventati obbligatori diversi obiettivi quantitativi ed energetici ambientali. Infine vediamo come oggi, a seguito del 13 ° piano quinquennale sia diventato imperativo combattere l'emissione di CO₂, obiettivo esplicitamente dichiarato all'interno del documento. (Air Pollution Control Policies in China: A Retrospective and Prospects) Diversamente dai precedenti piani quinquennali, che avevano obiettivi di crescita indicativi, il 13 ° piano quinquennale per il settore dell'elettricità si sforza di contenere la capacità di generazione di energia elettrica a carbone, a meno di 1100 GW. In gran parte, ciò è dovuto a una notevole sovracapacità nella generazione di energia a carbone costruita durante il dodicesimo piano quinquennale. La domanda totale di energia elettrica nel 2015 è diminuita di 450 TWh rispetto a quanto previsto all'inizio della programmazione nazionale. Questa crescita più lenta è dovuta a quella che viene definita la "nuova normalità" di una crescita economica meno rapida, a una ristrutturazione in settori ad alta intensità energetica e ad un notevole successo nei programmi di risparmio energetico. La domanda di energia termica è stata ulteriormente ridotta dalla considerevole crescita della produzione da fonti rinnovabili. L'eccesso di capacità ha inciso pesantemente sul profitto operativo delle centrali a carbone, poiché la produttività media è nettamente diminuita da circa 5300 ore a pieno carico a poco più di 4000 ore negli ultimi anni. Il 13 ° piano quinquennale riguardo il settore elettrico continua questa tendenza, con l'obiettivo dichiarato di cancellare o rallentare la costruzione di almeno 150 GW di progetti a carbone. Il ritmo e la scala di costruzione delle basi di energia a carbone dovrebbero essere adattati alla richiesta di energia e la disponibilità di capacità di trasmissione a lunga distanza verso i mercati remoti.¹⁰⁶

3.5) CHIUSURA DELLE MINIERE TROPPO PICCOLE O ILLEGALI

Campagne occasionali si sono presentate per contrastare problemi specifici, ad es. iniziative per chiudere le miniere di carbone (dal 1998 al 2000 e dal 2004) e migliorare la sicurezza del lavoro nelle miniere di carbone. Le task force sono spesso istituite per prendere in carico l'implementazione. Per le chiusure di piccole miniere è stato istituito un gruppo direttivo nazionale inter-agenzia, guidato da un ministro, e gli obiettivi di chiusura concordati. È stato istituito un ufficio per l'implementazione, guidato da un funzionario del SCIB e incaricato altri membri di altre agenzie competenti di coordinare meglio l'applicazione tra le agenzie e di accelerare il processo decisionale. Sono stati istituiti gruppi analoghi di leadership locali, in genere guidati da governatori provinciali. Hanno preparato accantonamenti provvisori e redatto elenchi di miniere di carbone per la chiusura.¹⁰⁷

I problemi nell'applicazione delle politiche e dei regolamenti nell'industria carboniera non sono unici per il settore del carbone, né per la Cina. Non importa quanto sia razionale il regolamento, l'esecuzione spesso incontra l'opposizione locale. Sebbene potenti task force abbiano portato la campagna a chiudere le miniere,

¹⁰⁶ KPMG, The 13th Five-Year Plan – China's transformation and integration with the world economy, October 2016

¹⁰⁷ The Oxford Institute for Energy studies, China's Coal Market: Can Beijing Tame 'King Coal'?, December 2014

molte hanno continuato a produrre illegalmente dopo la chiusura ufficiale. Come altre imprese statali, le miniere di carbone sono amministrate congiuntamente da una filiale locale di un'agenzia governativa centrale e dallo stesso governo locale, ma quest'ultima esercita di solito una maggiore influenza. Generalmente, più basso è il ramo del governo, più strettamente è coinvolto con i proprietari e i gestori delle miniere, a volte portando alla corruzione. Nel 2003, i giornali riportarono che molti funzionari locali possedevano azioni in miniere a gestione provinciale e private; agendo sia come attori che come arbitri, sostenevano apertamente la politica ma si opponevano segretamente a essa. Anche senza tale collusione, i governi locali potrebbero ancora ostacolare politiche che deprimessero l'attività economica e le entrate fiscali locali.¹⁰⁸

Al contrario, la campagna per migliorare la sicurezza delle miniere è andata più agevolmente. I risultati sono stati monitorati da famiglie di vittime di incidenti; responsabili delle miniere e funzionari locali, consapevoli del potere di un tale monitoraggio diretto, della politica applicata attivamente. Questo contiene lezioni per miglioramenti futuri che sfruttano il feedback di base.

La situazione, come in generale tutto il settore del carbone in Cina, ha iniziato a cambiare a seguito del 11° piano quinquennale, infatti a fronte di un reale impegno per ridurre le emissioni di CO2 e limitare gli sprechi della sovrapproduzione, molte miniere, soprattutto di piccole dimensioni, sono state chiuse. Questo trend di cambiamento si è intensificato negli anni e oggi vediamo come sempre più progetti per la costruzione di nuove miniere vengono bloccati, anche nelle principali regioni di estrazione carbonifera.¹⁰⁹

Nel novembre 2013, ai governi locali è stato ordinato di chiudere gradualmente tutte le miniere di carbone con una produzione annua di meno di 90.000 tonnellate, comprese le miniere che operano illecitamente senza la conformità dei requisiti di sicurezza. Inoltre, le miniere di carbone con capacità annuale inferiore a 300.000 tonnellate non potranno essere sviluppate e non saranno concesse autorizzazioni a coloro che hanno una capacità annua progettata inferiore a 900.000 tonnellate ma soggetti a incidenti, come esplosioni di gas e carbone. La Cina inoltre ha ridotto ulteriormente le imprese operative di estrazione del carbone a circa 4.800 entro la fine del 2014; a partire da oltre 6.300 alla fine del 2013. Inoltre secondo il "dodicesimo piano quinquennale di sviluppo dell'industria del carbone" pubblicato dalla NEA nel marzo 2012, le imprese nazionali del carbone dovrebbero essere limitate a meno di 4000 entro la fine del 2015 attraverso fusioni e acquisizioni e la capacità media dovrebbe essere oltre 1 Mt all'anno.¹¹⁰

Il 2017, a seguito del 13° piano quinquennale, è stato un anno di svolta: Pechino ha dichiarato che accelererà la chiusura delle miniere di carbone su piccola scala con una capacità produttiva annua di 90.000 tonnellate o meno, come parte del suo piano per migliorare la sicurezza delle miniere, secondo il 13° piano

¹⁰⁸ China Mineral Resources, Ministry of Land and Resources People's Republic of China, Ottobre 2015

¹⁰⁹ ChinaDialogue, China's Green Revolution Energy, Environment and the 12th Five-Year Plan, 2011

¹¹⁰ The Oxford Institute for Energy studies, China's Coal Market: Can Beijing Tame 'King Coal'?, Dicembre 2014

quinquennale sulla sicurezza della produzione delle miniere di carbone, rilasciato congiuntamente dalla Amministrazione statale della sicurezza sul lavoro e amministrazione statale della sicurezza delle miniere di carbone¹¹¹. Inoltre le autorità dello Shanxi, una delle più grandi regioni produttrici di carbone della Cina, hanno confermato di voler chiudere altre nove miniere di carbone entro la fine dell'anno. Le chiusure previste arrivano dopo che le autorità della regione hanno promesso di sospendere o rallentare la costruzione di 12 milioni di tonnellate di capacità di produzione di carbone dal 2016 al 2020 per combattere l'eccesso di offerta.¹¹²

La regione cinese dello Xinjiang ha chiuso 112 miniere di carbone con una capacità annua di 11,45 milioni di tonnellate entro la fine di ottobre, ha riferito l'agenzia di stampa ufficiale Xinhua, citando funzionari dell'ufficio energetico del governo regionale. Le chiusure delle miniere di carbone rappresentano il 98% dell'obiettivo della regione nord-occidentale per l'anno, ha detto l'agenzia di stampa. Oltre l'80 per cento della produzione di carbone dell'area si svolgerà in strutture di grandi e medie dimensioni dopo le chiusure. La Cina sta cercando di fermare o sospendere la produzione nelle miniere di carbone in tutto il paese nel tentativo di combattere l'eccesso di offerta e aumentare l'efficienza.¹¹³

La chiusura di vecchie miniere di carbone dovrebbe portare a una riduzione della capacità di 50 milioni di tonnellate, secondo le linee guida rilasciate dall'Amministrazione nazionale dell'energia (NEA). Le linee guida puntavano a 3,65 miliardi di tonnellate di carbone per il 2017, osservando che il carbone dovrebbe rappresentare circa il 60% del consumo totale di energia della Cina. La percentuale era del 64% nel 2015.¹¹⁴

È stato annunciato dall'amministrazione generale dell'energia cinese che sono stati bloccati 103 progetti pianificati o in costruzione, eliminando 120 gigawatt della futura capacità a carbone. Ciò include dozzine di progetti in 13 province, per lo più nel nord e nell'ovest ricchi di carbone della Cina, sui quali era già iniziata la costruzione. I progetti avrebbero avuto una produzione combinata di 54 gigawatt, più dell'intera capacità di produzione di carbone della Germania, secondo le cifre raccolte da Greenpeace. Le cancellazioni rendono più probabile che la Cina raggiunga il suo obiettivo di limitare la sua capacità di generazione di energia a carbone a 1.100 gigawatt entro il 2020. Quella cifra enorme, tre volte la capacità totale a carbone negli Stati Uniti, è molto più di quanto la Cina abbia bisogno. Nonostante l'annuncio del governo, è tutt'altro che scontato il fatto che le giurisdizioni cinesi più colpite dalla direttiva, tra cui la Mongolia Interna, lo Shanxi e lo Xinjiang, prendano effettivamente la decisione, politicamente costosa, di fermare la costruzione, licenziare i lavoratori e cancellare i contratti, ha detto Lin Boqiang, direttore del China Institute for Studies in Energy Policy presso

¹¹¹ Reuters, Shanxi plans nine more coal mine closures this year, 14 Dicembre 2017

¹¹² Reuters, China to speed up closing small scale coal mines to improve safety, 12 Giugno 2017

¹¹³ Straitstimes, China's Xinjiang region closed 112 coal mines by end-October, Novembre 12 2017

¹¹⁴China Daily, China to close outdated coal mines, boost clean energy in 2017, Febbraio 18 2017

l'Università di Xiamen, nel sud-est della Cina. "Alcuni progetti potrebbero essere in corso da 10 anni, e ora c'è un ordine per fermarli, sarebbe difficile persuadere i governi locali a rinunciare ".¹¹⁵

Quest'ultima considerazione riprende il fatto che sebbene ci sia la necessità di limitare le emissioni di CO₂, vi è anche quella di mantenere il livello di occupazione alto, e siccome il settore carbonifero coinvolge diverse migliaia di persone al suo interno, portare avanti manovre troppo dure potrebbe avere risvolti a livello sociale molto importante. Inoltre bisogna considerare che, sebbene il consumo a livello percentuale di carbone in Cina sia diminuito dal 2013, l'economia continua a svilupparsi e il fabbisogno energetico cinese ad aumentare, per cui è impensabile portare avanti politiche troppo dure, proprio per la necessità di fonti energetiche di cui la Cina ha bisogno.

3.6) SUSSIDI AL CARBONE

Le sovvenzioni con il maggiore impatto sul settore elettrico comprendono:

- **Acquisto di energia e spedizione prioritaria garantite:** l'assegnazione di un numero prestabilito di ore di esercizio per i generatori di carbone su base annuale crea un incentivo per costruire capacità e impedisce l'adesione ad un ordine di merito per invio in rete; questo fornisce entrate che altrimenti non sarebbero state garantite. I motivi per garantire l'orario di lavoro sono vari e includono: supporto per quella che è stata considerata un'industria strategica; compensazione per la chiusura di piccoli impianti inefficienti; e incentivi per mitigare l'inquinamento atmosferico. Qualunque sia il motivo, il risultato è che la potenza del carbone viene spesso sfruttata rispetto a energie rinnovabili più efficienti. Ciò conferisce un vantaggio al carbone rispetto ad altre tecnologie.¹¹⁶
- **Riforma dell'industria:** sia l'aumento che le più recenti diminuzioni dei prezzi del carbone e la scarsa qualità dell'aria hanno guidato entrambe le riforme nel settore dell'energia a carbone. Prima del 2012 l'aumento dei prezzi del carbone faceva pressione sui generatori e portava alla ristrutturazione del settore attraverso l'integrazione verticale con i produttori di carbone. La portata del sostegno a questo processo non è chiara, ma gli esempi provinciali suggeriscono che esso è ampio (sostegno al credito, agevolazioni fiscali, garanzie di acquisto di energia).¹¹⁷ L'inquinamento atmosferico è diventato un problema importante nelle aree urbane della Cina. Per affrontare il problema, il governo ha guidato la chiusura di impianti piccoli e inefficienti, promuovendo al tempo stesso tecnologie pulite (cioè desolforazione, denitrificazione e attrezzature per la depolverazione). Questo processo è stato supportato da un fondo di ristrutturazione industriale, investimenti in tecnologie pulite, premi e garanzie di acquisto per la generazione di tecnologie pulite. In una mossa che avvantaggia principalmente i dipendenti delle aziende statali, il governo cinese ha fornito un sostegno

¹¹⁵ The New York Times, China Cancels 103 Coal Plants, Mindful of Smog and Wasted Capacity, Gennaio 18 2017

¹¹⁶ International Center for Climate Governance, An Analysis of China's INDC, July 2015

¹¹⁷ IISD, Stopping Payments to Polluters: Clearing the air with fossil fuel subsidy reform in China and India, March 2017

finanziario dalle entrate fiscali per gestire i problemi di disoccupazione causati dal licenziamento del carbone ed eliminare le aziende zombi.¹¹⁸

- Investimenti in infrastrutture: gli investimenti nelle ferrovie e nella rete elettrica da parte del governo e delle aziende di pubblica utilità sono di vantaggio diretto per i generatori di carbone.¹¹⁹

Alcuni esempi di questo tipo di sussidi sono:

- I prodotti energetici venduti in Cina sono generalmente soggetti all'aliquota normale dell'IVA (17%), ma il gas naturale, il gas di carbone (gas di città), il GPL, il biogas e i prodotti di carbone utilizzati per il riscaldamento residenziale hanno tutti un tasso preferenziale del 13% quando venduti per uso residenziale.
- Le aziende di Stato come il gruppo Shenhua sono state a volte alle prese con un eccesso di capacità e hanno dovuto limitare le attività in una serie di miniere in tutto il paese. Ciò ha portato il governo ad aumentare le tariffe di importazione della nazione più favorita sul carbone da zero al 3-6% nel 2014, nel tentativo di proteggere i produttori nazionali dalla concorrenza internazionale.¹²⁰

¹¹⁸ IISD, Stopping Payments to Polluters: Clearing the air with fossil fuel subsidy reform in China and India, March 2017

¹¹⁹ IISD, Subsidies to Coal Power Generation in China, November 2016

¹²⁰ G20 2016 China Peer Review, China's efforts to phase out and rationalize its inefficient fossil-fuel subsidies, September 5 2016

4) IL FUTURO DEL CARBONE

A livello globale è chiaro che sia necessario limitare e ridurre il più velocemente possibile le emissioni di CO₂. La comunità internazionale ha raggiunto il livello di consapevolezza per capire che il problema del riscaldamento globale va affrontato da ogni singolo paese. A seguito degli incontri di Parigi 2015 la promessa per questo impegno è stata ribadita e molte sono state le contromisure prese. L'Institute for Energy Economics and Financial Analysis ha rivelato che la Cina ha consolidato le sue qualità di leader nel settore delle energie rinnovabili nel 2017 con 44 miliardi di dollari di progetti di energia pulita in tutto il pianeta rispetto ai 32 miliardi di dollari nel 2016.¹²¹ Questo dato fa ben sperare, inoltre, considerando il fattore dell'intensità energetica, che misura l'efficienza energetica di una nazione, si manifesta la volontà da parte del governo cinese di cercare di migliorare questo aspetto, dimostrando l'attiva volontà da parte di Pechino di lottare contro le emissioni di CO₂. Nel suo 13 ° piano quinquennale, il governo cinese mira a ridurre l'intensità energetica di un totale del 15% tra il 2016 e il 2020. È già sulla buona strada verso il raggiungimento di tale obiettivo. All'inizio del Congresso nazionale del popolo cinese, il premier cinese Li Keqiang ha riferito che l'intensità energetica della Cina è diminuita del 5% lo scorso anno. Le rinnovabili sono una delle ragioni della diminuzione dell'intensità delle risorse in Cina. Sperando di diventare un leader mondiale nel settore, la Cina sta già investendo più di \$ 100 miliardi in energie rinnovabili domestiche ogni anno.¹²²

A seguito del ritiro degli Stati Uniti dal trattato di Parigi 2015, la comunità globale guarda alla Cina come nuovo campione nella lotta alle emissioni di CO₂, infatti la Repubblica Popolare Cinese è già il principale investitore a livello mondiale in energie rinnovabili. Sebbene questo titanico impegno da parte di Pechino sia encomiabile, e anzi, apre la via a un nuovo trend di sviluppo e miglioramento energetico, bisogna sempre considerare che nonostante questo sforzo, il carbone nel 2016 continuava a soddisfare il 65% del fabbisogno energetico della Cina.¹²³ Dunque un aspetto chiave nello sviluppo energetico cinese verso un sistema più pulito risulta essere il trovare un modo per rendere più efficace e pulito il consumo di carbone, in quanto è chiaramente impossibile eliminarlo dall'economia cinese nel breve periodo. Infatti secondo le stime dell'IEA il consumo del carbone in Cina è destinato a diminuire, ma nel 2040 potrebbe ancora partecipare per il 40% al fabbisogno energetico cinese. Inoltre considerando che entro il 2035, la Cina potrebbe rappresentare il 28% della domanda mondiale di energia primaria, rispetto al 23% di oggi¹²⁴, la quantità di carbone consumata sarà lo stesso molto elevata, e dunque sarà necessario trovare un modo più sicuro, efficace e pulito per estrarlo, trasportarlo, utilizzarlo e eliminare le emissioni di CO₂ rilasciate. Senza lavorare su questi aspetti, investendo

¹²¹ Greener ideal, China prepares to lead the world's renewable energy investment, January 17 2018

¹²² World Economic Forum, How China is leading the renewable energy revolution, August 29 2017

¹²³ China Energy Portal, detailed electricity statistics, 2016

¹²⁴ World Economic Forum, How China is leading the renewable energy revolution, August 29 2017

solo nelle energie rinnovabili, la Cina non ha speranza di limitare le emissioni di CO2 negli anni futuri, e data la necessità di agire rapidamente e il grande peso del carbone nel paniere energetico di Pechino, questi miglioramenti diventano essenziali nel breve futuro.

Oggi le energie rinnovabili sono ancora lontane dal poter essere una valida alternativa al carbone, esse rappresentano circa il 25% del fabbisogno energetico cinese secondo IEA. Il 13 piano quinquennale dimostra che l'impegno di Pechino nel rendere più sostenibile il proprio fabbisogno energetico e più pulito il proprio settore industriale e agricolo è sempre elevato e costante. In esso si parla di progetti per implementare le strutture e le politiche per la conservazione dell'energia, per ridurre gli sprechi, lo sviluppo di miniere e sistemi minerari più puliti, prevenzione e controllo dell'inquinamento, miglioramento degli ecosistemi, creazione di industrie ecofriendly e soprattutto cooperazione internazionale riguardo alla protezione dell'ambiente¹²⁵. Molte di queste politiche riguardano l'estrazione, il trasporto e il consumo del carbone. Il fatto che questa risorsa sia stata, e sia ancora oggi alla base dell'economia cinese rende questa serie di cambiamenti critici. Le modalità in cui verrà gestita questa politica energetica avranno ripercussioni su moltissimi settori economici cinesi e influenzeranno direttamente la situazione ambientale globale. Il fatto che il carbone sia uno dei combustibili che emette maggiori emissioni di CO2, il fatto che la Cina ne sia il principale consumatore e soprattutto il fatto che esso sia fondamentale per il fabbisogno energetico di Pechino, rendono questa serie di cambiamenti fondamentali al fine di avere un'efficace riduzione di CO2 e di limitare gli effetti del cambiamento climatico.

4.1) PEAK EMISSION

La Cina nel 2015 ha promesso di raggiungere il picco delle sue emissioni di CO2 nel 2030, e da quell'anno in poi diminuirle gradualmente. Sebbene il fabbisogno energetico sia destinato ad aumentare da qui al 2030 e con esso la necessità di combustibili fossili per soddisfare la richiesta di energia, l'impegno di Pechino sembra reale. A differenza degli Stati Uniti, il secondo più grande emettitore del mondo, la Cina sembra davvero impegnata nell'azione per il clima. La Cina è stata il mercato più grande del mondo per le energie rinnovabili da alcuni anni. Nel 2006, il paese aveva 100 MW di capacità di energia solare e 2.600 MW di capacità di energia eolica installati. Solo 10 anni dopo, quelle cifre erano 77.800 MW e 159.000 MW, un aumento di 778 e 61 volte, rispettivamente. Per fare un confronto, negli Stati Uniti, che è ancora un paese molto più ricco della Cina, nel 2016 ci sono stati 40.000 MW di capacità di energia solare e 90.000 MW di capacità eolica.¹²⁶

La Cina, tuttavia, deve ancora cimentarsi con la realtà affrontata da qualsiasi economia in via di sviluppo nel XXI secolo. La crescente domanda di energia del paese sta superando la sua capacità di sostituire fonti sporche come il carbone con quelle pulite e rinnovabili. Sebbene il tasso di costruzione delle nuove centrali

¹²⁵ The 13th five-year plan, for the economic and social development of the people's republic of China 2016-2020

¹²⁶ KPMG, The 13th Five-Year Plan – China's transformation and integration with the world economy, October 2016

elettriche a carbone è rallentato, non si è fermato del tutto. Inoltre, anche se la Cina smettesse di costruire nuove centrali a carbone domani, il paese comunque si sarebbe affidato così tanto a questo a questo combustibile fossile che continuerebbe ad emettere gas a effetto serra significativi negli anni a venire. Queste contraddizioni fanno della Cina il caso studio perfetto per il dispiegamento su larga scala della cattura e stoccaggio del carbonio (CCS). Gli esperti dicono che se c'è un paese che ha davvero bisogno di questa tecnologia, che consente alle centrali elettriche di bruciare carbone o gas naturale senza immettere nell'atmosfera emissioni di anidride carbonica, è la Cina. Meglio ancora, insistono, grazie a un governo forte e alle grandi imprese di proprietà statale, se c'è un paese in grado di farcela su larga scala, è la Cina.¹²⁷

La cattura e lo stoccaggio del carbonio (CCS) - la tecnologia nascente che mira a seppellire il CO2 sotterraneo - è considerata estremamente importante dall'IPCC. Esso stima che il costo dei grandi tagli delle emissioni richiesti sarebbe più che doppio senza CCS. L'attenzione a CCS non è dovuta al fatto che negli ultimi anni la tecnologia ha fatto enormi progressi, ha affermato Jean-Pascal van Ypersele, professore all'Université Catholique de Louvain in Belgio e vicepresidente dell'IPCC, ma perché le emissioni hanno continuato ad aumentare troppo rapidamente.¹²⁸

Inoltre considerando il fatto che la crescita delle centrali a carbone non verrà fermata nei prossimi anni da parte di Pechino, persino un picco delle emissioni di CO2 entro il 2030 non potrà mitigare la forte impronta ambientale che un combustibile come il carbone porterà sull'ecosistema. Di conseguenza, la Cina sembra non avrà altra scelta se non quella di garantire che le centrali elettriche a carbone e gas nuove ed esistenti siano dotate della tecnologia CCS, la quale è l'unica disponibile in grado di ottenere riduzioni delle emissioni sufficientemente sensibili per quei settori ad alta intensità energetica.¹²⁹

4.2) TECNOLOGIA INERENTE AL CARBONE “PULITO”

Cattura e separazione di CO2

Numerose sono le tecnologie utilizzate per separare la CO2 durante i processi di utilizzo di materiali come il carbone. Inoltre diversi sono gli utilizzi e le soluzioni adottate nei confronti della CO2 una volta che questa è stata efficientemente separata e raccolta. Parlando di tecnologia CCS, carbon capture and storage, ci si rivolge a tutti quei processi che separano la CO2 e la catturano, immagazzinandola per altri fini. Secondo il CCS institute, a metà del 2016 erano in funzione 15 progetti su larga scala con altri 7 in fase di costruzione, con una capacità totale di cattura di CO2 di circa 40Mt/ anno.

¹²⁷ Quartz, China is the acid test for a technology that could save world from a catastrophic climate change, December 15 2017

¹²⁸ The Guardian, IPCC: rapid carbon emission cuts vital to stop severe impact of climate change, November 2 2014

¹²⁹ Bellona.org, CCS – A necessity to countering China's persisting coal growth, March 3 2015

A seguito viene presentata una breve lista delle tecnologie e soluzioni utilizzate per catturare la CO₂, ottenendo combustibili meno inquinanti e riutilizzando la CO₂ sequestrata.

Cattura dopo la combustione

La combustione di biossido di carbonio proveniente dai flussi di gas di scarico successivi alla combustione in aria è molto più difficile e costosa rispetto alle correnti di gas naturale, poiché la concentrazione di anidride carbonica è al massimo del 14% circa, con la maggior parte del resto dell'azoto e il gas di scarico è caldo. Il processo principale tratta l'anidride carbonica come qualsiasi altro inquinante e mentre i gas di scarico vengono fatti passare attraverso una soluzione di ammina, la CO₂ viene assorbita. Può essere successivamente rilasciato riscaldando la soluzione. Questo processo di lavaggio dell'ammina viene utilizzato anche per estrarre CO₂ dal gas naturale. C'è un costo energetico significativo coinvolto. Per le nuove centrali elettriche questo è pari al 20-25% della produzione dell'impianto, a causa sia della riduzione dell'efficienza dell'impianto che del fabbisogno energetico del processo effettivo¹³⁰

Combustione di ossido combustibile.

Il carbone viene bruciato in ossigeno anziché in aria, significa che il gas di scarico è per lo più CO₂ e quindi può essere catturato più facilmente dallo sfregamento dell'ammina - a circa la metà del costo di cattura rispetto agli impianti convenzionali. Tale impianto ha un'unità di separazione dell'aria, un'isola di caldaia e un'unità di compressione e purificazione per il gas di scarico finale. L'impianto IGCC (Integrated Gasification Combined Cycle) è un mezzo per utilizzare carbone e vapore per produrre idrogeno e monossido di carbonio (CO) dal carbone e questi sono poi bruciati in una turbina a gas con turbina a vapore secondaria (cioè a ciclo combinato) per produrre elettricità. Se il gassificatore IGCC viene alimentato con ossigeno anziché aria, il gas di scarico contiene CO₂ altamente concentrato che può essere facilmente catturato.¹³¹

Cattura di prima della combustione

La tecnologia di cattura pre-combustione si riferisce al trasferimento dell'energia chimica dal carbonio prima della combustione del carburante a base di carbonio e alla separazione del carbonio da altre sostanze che trasportano energia, ottenendo così la cattura del carbonio prima della combustione del carburante. La tecnologia integrata a ciclo combinato di gassificazione (IGCC) è comunemente utilizzata per la cattura del carbonio pre-combustione. L'IGCC combina la gassificazione e un ciclo combinato gas-vapore, in cui i combustibili fossili gassificano e si trasformano in gas sintetico (con i contenuti principali sono CO e H₂). Quindi, usando la reazione di trasformazione del gas acqua-carbone, la concentrazione di CO₂ aumenta. I gas ricchi di idrogeno dopo la cattura di CO₂ possono essere utilizzati per la combustione e la produzione di energia, e la CO₂ separata può essere compressa, purificata e quindi utilizzata o sequestrata. IGCC integra

¹³⁰ E3G REPORT FOR GERMANWATCH, CARBON CAPTURE AND STORAGE IN CHINA, 2009

¹³¹ Global CCS Institute, The global Status of CCS, 2014

molte tecnologie avanzate per ottenere una maggiore efficienza termica e una bassissima scarica di sostanze inquinanti. Sta ricevendo sempre più attenzione da importanti compagnie elettriche in tutto il mondo. A causa dell'alta pressione e del basso volume di flusso dei gas sintetici nel processo di produzione di energia IGCC, la concentrazione di CO₂ è molto alta dopo la reazione di trasformazione. La scelta della tecnologia di cattura pre-combustione ridurrà efficacemente il consumo di energia e consentirà una riduzione delle dimensioni delle apparecchiature. La tecnologia di cattura della CO₂ pre-combustione basata su IGCC è una categoria tecnica importante in progetti di dimostrazione della cattura del carbonio su larga scala nel campo della generazione di energia di oggi.¹³²

Stoccaggio e sequestro del biossido di carbonio

Esistono tre categorie principali di stoccaggio geologico del CO₂: sostituzione del petrolio e del gas, in particolare il recupero avanzato del petrolio (EOR); deposito di cucitura di carbone; e profonde falde acquifere saline. Il primo può avere un vantaggio economico diretto che compensa il costo. Al 2014 sono stati sequestrati 55 milioni di tonnellate di CO₂ con monitoraggio. Alla fine del 2016, 17 progetti operativi su larga scala avevano un tasso di cattura potenziale totale di 30 Mt CO₂ all'anno. Il CCS Forum, con sede nel Regno Unito, ha riferito nel febbraio 2016 che per rispettare l'accordo di Parigi si prevede che da qui al 2050 siano immagazzinati 120-160 Gt di CO₂.¹³³

Recupero del petrolio potenziato

Il biossido di carbonio catturato può essere utilizzato, anche su base commerciale, per un recupero avanzato di petrolio (EOR), e la maggior parte dei progetti CCS sono orientati in tal modo. Ciò è ben dimostrato nel Texas occidentale e oggi oltre 5800 km di condotte collegano i giacimenti petroliferi a un certo numero di fonti di anidride carbonica negli Stati Uniti. La CO₂ agisce per ridurre la viscosità dell'olio, migliorando il suo flusso verso i pozzetti di recupero. Viene quindi separato e reimesso. Nello stabilimento di Great Plains Synfuels, nel Dakota del Nord, vengono catturate circa 13.000 tonnellate al giorno di anidride carbonica e 5000 tonnellate di queste vengono convogliate per 320 km in Canada per il recupero avanzato del petrolio. L'industria EOR ha catturato, trasportato e iniettato grandi volumi di CO₂ per il recupero del petrolio per quattro decenni senza incidenti gravi, lesioni gravi o decessi.¹³⁴

Giacimenti di petrolio e gas esauriti

Totot in Francia ha testato la prima catena completa di CCS su scala industriale in Europa. La CO₂ viene catturata da una caldaia da 30 MW modificata per l'ossidazione, convogliata per 27 km e iniettata in un

¹³² Cornerstone issue 4 volume 4, The Urgent Need to Move From CCS Research to Commercial Development, winter 2016

¹³³ Global CCS Institute, The global Status of CCS, 2014

¹³⁴ Cornerstone Magazine, R&D and Demonstration of CO₂ Capture Technology Before and After Combustion in Thermal Power Plants in China, 2016

giacimento di gas esaurito a 4500 metri di profondità. In due anni è riuscito ad immagazzinare 120.000 tonnellate di CO₂ (50.000 t fino all'inizio del 2013).¹³⁵

Cuciture a carbone

L'iniezione di anidride carbonica in profonde e non limitate cuciture di carbone permette che questa venga assorbita al fine spostare il metano. Questa è un'altra potenziale strategia di utilizzo o smaltimento. L'effetto di spiazzamento significa che l'iniezione di CO₂ nella linea di carbone potrebbe essere più efficace come parte della produzione commerciale di carbone metano (noto anche come metano a letto di carbone, in pratica: gas naturale), una fonte di energia sempre più importante e relativamente nuova. E' diverso poiché la CO₂ viene assorbita nella matrice del carbone invece di essere trattenuta all'interno dei pori delle rocce come negli acquiferi salini e nei sistemi di gasolio. Le proprietà del carbone influenzano fortemente l'assorbimento di CO₂ in esso. Attualmente l'economia dell'estrazione potenziata del metano da carbone con smaltimento di CO₂ spesso non è così favorevole come con il recupero del petrolio migliorato, ma il potenziale è grande.¹³⁶

Sulle falde acquifere

Queste sono formazioni sotterranee di roccia sedimentaria profonda porosa come l'arenaria, che sono saturi di acqua salata inadatta al consumo umano o all'agricoltura e coperte da uno strato di roccia impermeabile (come lo scisto o l'argilla), che funge da sigillo. Una volta iniettato nella formazione, la CO₂ si dissolve nell'acqua salina nella roccia del serbatoio. Lo stoccaggio di CO₂ in formazioni saline profonde di solito avviene a profondità non inferiori a 800 metri. A questa profondità, la CO₂ avrà pressioni abbastanza elevate da rimanere in uno stato simile al liquido. Il primo deposito di CO₂ su scala industriale al mondo è stato nel campo di gas Sleipner in Norvegia nel Mare del Nord, dove circa un milione di tonnellate all'anno di CO₂ liquida viene separata dal metano e viene iniettata in un profondo serbatoio (acquifero salino) a circa un chilometro sotto il fondo del mare e rimane al sicuro al suo posto. Il costo incrementale di \$ 80 milioni del progetto di sequestro è stato rimborsato in 18 mesi sulla base del risparmio fiscale sul carbonio a \$ 50 / tonnellata. Fino al 2017, oltre 17 milioni di tonnellate di CO₂ sono state immagazzinate in 20 anni. Le formazioni alcaline hanno il maggiore potenziale di stoccaggio a livello globale e numerosi progetti dimostrativi di stoccaggio della CO₂ stanno dimostrando la loro efficacia per massimizzare la capacità di stoccaggio e il contenimento.¹³⁷

I processi di coal-to-liquid (CTL)

Sebbene questo tipo di processo non sia strettamente legato alla cattura della CO₂ oppure alla sua gestione, è molto interessante lo sfruttamento che si può avere delle tecnologie CCS assieme a questo. Questi processi generano combustibili liquidi sintetici come benzina e gasolio dal carbone, i quali risultano essere molto più

¹³⁵ World Nuclear Association, 'Clean Coal' Technologies, Carbon Capture & Sequestration, September 2017

¹³⁶ World Nuclear Association, 'Clean Coal' Technologies, Carbon Capture & Sequestration, September 2017

¹³⁷ World Nuclear Association, 'Clean Coal' Technologies, Carbon Capture & Sequestration, September 2017

puliti in termini di impatto atmosferico. Una delle principali preoccupazioni dei liquidi di carbone, tuttavia, sono le grandi emissioni di anidride carbonica (CO₂) dal processo CTL. Queste emissioni possono essere mitigate utilizzando la tecnologia di cattura e sequestro del carbonio (CCS).¹³⁸

4.2) SVILUPPO CCS IN CINA

Al fine di limitare le emissioni di CO₂ e cercare di contribuire attivamente all'obiettivo globale del limite dei 2°C, la Cina non può limitarsi ad investire sulle energie rinnovabili ma deve anche implementare ed adottare tecnologie per limitare l'impatto della sua forte dipendenza dal carbone. Riguardo a questo già durante il decimo piano quinquennale (2001-05), la Cina ha compiuto grandi progressi con le tecniche e le tecnologie di estrazione del carbone, migliorando la produzione e l'efficienza nelle miniere. Ad esempio nelle cave di carbone spesse, la tecnologia di estrazione della caverna top-carbone completamente meccanizzata, sviluppata in Cina, consente di recuperare una percentuale maggiore della linea di giunzione. Una faccia di carbone a lunga parete completamente meccanizzata può ora produrre da tre a sei milioni di tonnellate all'anno (Mtpa) e raggiungere una produttività di oltre 30.000 tonnellate per uomo-anno utilizzando macchinari con capacità nominali di 1 500-2 500 tonnellate all'ora, corrispondenti o superiori a la migliore prestazione raggiunta altrove nel mondo.¹³⁹

Per attuare il Piano nazionale per lo sviluppo scientifico e tecnologico a medio-lungo termine (2006-2020) (MOST, 2006), l'undicesimo piano quinquennale per lo sviluppo delle tecnologie di estrazione mineraria del carbone (NDRC, 2007a) ha avviato diversi importanti progetti per lo sviluppo di tecnologie, compreso: Tecnologie di rilevamento geologico, Tecnologie di estrazione del carbone ad alta efficienza, Tecnologie di estrazione del carbone sostenibili.¹⁴⁰

Di fronte a un significativo aumento delle importazioni di petrolio e gas, la Cina ha implementato una vasta gamma di misure per assicurare petrolio e gas da una vasta gamma di fonti. Ciò ha incluso lo sviluppo di una moderna industria di conversione basata sul carbone, basata sulla gassificazione del carbone e sulla trasformazione del gas di sintesi prodotto in prodotti ad alto valore aggiunto (gas naturale sintetico, prodotti chimici e combustibili liquidi). La gassificazione del carbone non è nuova in Cina, anzi l'industria della conversione del carbone è emersa negli anni '50 e la produzione di sostanze chimiche dal carbone a livello commerciale è iniziata negli anni '90. Tuttavia, il syngas prodotto è stato utilizzato quasi interamente nell'industria chimica, principalmente per la produzione di ammoniaca e metanolo. Il processo di conversione, basato sulla tradizionale gassificazione del carbone, era ad alta intensità energetica e responsabile

¹³⁸ Science Direct, CO₂ reduction potential of coal-to-liquids (CTL) plants, 2009

¹³⁹ International Energy Agency, Cleaner Coal in China, 2009

¹⁴⁰ International Energy Agency, Cleaner Coal in China, 2009

dell'inquinamento pesante. La nuova politica consiste nell'utilizzare tecnologie di gassificazione avanzate che prima gasificano il carbone e lo convertono in un'ampia gamma di prodotti.

Il primo tentativo di sviluppare la CCT è iniziato a metà degli anni 2000 con la promozione degli investimenti di carbone-liquidi (CTL) come mezzo per migliorare la sicurezza energetica e ridurre la crescente dipendenza dal petrolio straniero¹⁴¹

Il National Development and Reform Commission (NDRC), ha rilevato che, senza politiche rafforzate sul risparmio energetico e riduzione delle emissioni, la domanda di energia aumenterebbe da 1,57 miliardi di tonnellate di petrolio equivalente (btoe) nel 2005 a 4,89 miliardi di tonnellate nel 2050 e le emissioni di GHG (green house gas) raggiungerebbero 12,2 GtCO₂ (ERI-NDRC, 2009). Questa grande domanda di energia e l'aumento delle emissioni di CO₂ pongono serie sfide allo sviluppo sostenibile della Cina, alla protezione dell'ambiente e alla sicurezza energetica e hanno un impatto importante sul mercato globale dell'energia e sulle politiche climatiche globali. Dato questo elevato consumo di combustibili fossili, la tecnologia inerente al Carbon Capture and Storage (CCS), clean coal technologies (CCT), enhanced oil recovery (EOR) saranno una componente importante della strategia di mitigazione dei gas serra cinese.¹⁴² I primi sforzi della Cina verso queste tecnologie sono iniziati con una serie di politiche del governo centrale guidate dalla Commissione nazionale per lo sviluppo e la riforma, la principale istituzione politica cinese insieme al MOST (Ministry of Science and Technology). Queste politiche si concentrano sul sostegno alla ricerca e sviluppo CCS nell'ambito di programmi nazionali di scienza e tecnologia. Il Piano nazionale cinese a medio e lungo termine per lo sviluppo della scienza e della tecnologia (2006-2020) ha osservato che la CCS era un'importante tecnologia di frontiera. Nel 2007, la Cina ha emesso il suo programma nazionale sui cambiamenti climatici, che mirava a rafforzare lo sviluppo e la diffusione di tecnologie avanzate. Gran parte di questo programma si concentrava sullo sviluppo della gassificazione del carbone e dei sistemi, comprese le tecnologie CCUS (carbon capture utilisation and storage).¹⁴³ Nel caso di progetti di stoccaggio, i requisiti devono essere approvati dalla Commissione nazionale per lo sviluppo e le riforme, l'amministrazione nazionale dell'energia e il ministero delle risorse territoriali. In linea con le ampie priorità politiche stabilite nel piano quinquennale e nella relativa pianificazione energetica, l'ulteriore sviluppo delle CCS richiede un'azione legislativa presso organismi di alto livello, tra cui il Consiglio di Stato, il Congresso nazionale del popolo e i ministeri competenti in vari settori industriali e le zone. Gli enti provinciali, locali e municipali furono inoltre essenziali per specifici processi di approvazione del progetto, così come coinvolsero gli stakeholder locali durante le fasi di pianificazione, fattibilità e approvazione, per evitare che i progetti fossero in ritardo. Le autorità municipali e locali in Cina hanno condotto sforzi significativi nello sviluppo di progetti

¹⁴¹ The Oxford Institute for Energy studies, China's Coal Market: Can Beijing Tame 'King Coal'?, December 2014

¹⁴² OECD/IEA, Facing China's Coal Future, 2012

¹⁴³ Global CCS Institute, The global Status of CCS, 2014

a basse emissioni di carbonio e di energia pulita all'interno delle loro giurisdizioni. Data la complessità dei settori industriali e le considerazioni geologiche e ambientali, l'impegno a livello locale fu importante per lo sviluppo del progetto CCS in Cina e nel mondo.¹⁴⁴

A seguito del 12 piano quinquennale, il governo ha stabilito un limite massimo di emissioni di CO₂ da raggiungere e questo ha spinto ulteriormente a sviluppare questo genere di tecnologia. Alcune di queste tecnologie come, gasificazione del carbone, IGCC (Integrated gasification combined cycle) o, trasformazione del carbone in liquido, CTL (Coal-to-liquids) sono state implementate in sempre più aziende e progetti pilota, sfruttando questi meccanismi per limitare le emissioni di CO₂ e raccogliercela per altri scopi, come nell'industria alimentare. Un ciclo combinato di gassificazione integrata (IGCC) è una tecnologia che utilizza un gassificatore ad alta pressione per trasformare carbone e altri combustibili a base di carbonio in gas di sintesi del gas pressurizzato (syngas).¹⁴⁵ Può quindi rimuovere le impurità dal syngas prima del ciclo di generazione dell'energia. Alcuni di questi inquinanti, come lo zolfo, possono essere trasformati in sottoprodotti riutilizzabili attraverso il processo Claus. Ciò si traduce in una riduzione delle emissioni di biossido di zolfo, particolato, mercurio e, in alcuni casi, di anidride carbonica. Con ulteriori apparecchiature di processo, una reazione di spostamento del gas d'acqua può aumentare l'efficienza di gassificazione e ridurre le emissioni di monossido di carbonio convertendole in biossido di carbonio. Il biossido di carbonio risultante dalla reazione può essere separato, compresso e immagazzinato attraverso apposite tecnologie. Un esempio di questo sviluppo è La centrale elettrica Gaobeidian di Huaneng che è stata la prima centrale a carbone con cattura di CO₂ in Cina. Il progetto è stato sviluppato da Huaneng Group e Xi'an Thermal Power Research Institute Co., Ltd. L'investimento complessivo è stato di 30 milioni di RMB e dalla sua messa in servizio nel 2008 ha catturato 3 000 tonnellate di CO₂ all'anno. Il tasso di recupero di CO₂ è stato segnalato superiore all'85% con una purezza di CO₂ che raggiunge il 99,997%. La CO₂ viene venduta a un produttore di bevande locale. Il progetto pilota ha una capacità di cattura di carbonio giornaliera massima di 12 tonnellate da un totale di circa 4 milioni di tonnellate di CO₂ scaricata dall'impianto di Gaobeidian. Il costo stimato di produzione di ogni tonnellata di CO₂ alimentare è riportato come 400 RMB.¹⁴⁶

Tuttavia nonostante questa serie di implementazioni e nonostante le rigorose riduzioni delle emissioni per i principali inquinanti fissati nel dodicesimo FYP, nel corso del 2013 tutte tranne due province cinesi non hanno rispettato le raccomandazioni del WHO (world Health Organisation).¹⁴⁷

¹⁴⁴ OECD/IEA, Facing China's Coal Future, 2012

¹⁴⁵ Global CCS Institute, The global Status of CCS, 2014

¹⁴⁶ OECD/IEA, Facing China's Coal Future, 2012

¹⁴⁷ The Oxford Institute for Energy studies, China's Coal Market: Can Beijing Tame 'King Coal'?, December 2014

4.3) SVILUPPO STRATEGICO DELLE MINIERE

Il carbone è stato la risorsa dominante nel dodicesimo piano quinquennale, durante il quale sono state progettate circa 16 grandi basi di carbone. La potenziale capacità di produzione di carbone di queste basi ammontava a circa 640 GW, di cui la metà verrà esportata in altre regioni entro il 2020. L'accelerazione dello sviluppo di nuove fonti energetiche più pulite ha ridotto la necessità di una nuova capacità di carbone, anche se il potenziale per le nuove strutture è ancora molto significativo. La NDRC prevede lo sviluppo di nove grandi basi di carbone con un minimo di 10 GW ciascuna, con la costruzione di nuove centrali elettriche a carbone nelle grandi basi carbonifere di Ordos e Ximeng (Mongolia interna), Jinbei, Jinzhong e Jindong (Shanxi), Shanbei (Shaanxi settentrionale), Ningdong (Ningxia orientale), Hami e Zhundong (Xinjiang). I lavori preliminari per la costruzione di 70 GW di nuove capacità di potenza del carbone in queste basi dovrebbero iniziare nel 2014. Il governo prevede anche l'accelerazione della costruzione di canali di trasmissione di energia necessari per inviare energia da queste basi ad altre province.¹⁴⁸

Il piano è progettato per supportare la disponibilità nazionale di approvvigionamento energetico e lo sviluppo economico delle "aree interne" meno prospere della Cina, in linea con l'obiettivo del governo di ridurre le disparità socio-economiche della nazione. La costruzione di tali basi di carbone nella Cina occidentale persegue diversi obiettivi chiave nazionali¹⁴⁹:

- Verso uno sviluppo economico più equilibrato: la costruzione di grandi basi di carbone (e industrie integrate) consente lo sviluppo regionale della Cina occidentale, restringendo il divario di sviluppo tra est e ovest. Allo stesso tempo, consente di riorientare la struttura dell'economia a est verso i servizi riducendo al contempo il ruolo delle industrie pesanti. Garantisce che le industrie basate sui servizi che si sviluppano nella Cina orientale dispongano di risorse sufficienti per continuare la loro crescita.
- Spostare le industrie ad alta intensità energetica (e le centrali elettriche) ad ovest, dove l'energia è abbondante e l'elettricità è più economica, riduce il costo del consumo energetico. Ciò consentirà alla Cina di rimanere competitiva in un momento in cui la rivoluzione dello shale gas sta abbassando i costi energetici in Nord America.
- La politica contribuirà a ridurre l'inquinamento a est consentendo drastiche riduzioni del consumo di carbone nella Cina orientale, contribuendo a risolvere il problema della foschia regionale. Nelle nuove basi dell'energia a carbone, l'uso di tecnologie avanzate a carbone pulito è enfatizzato per migliorare l'efficienza energetica. Saranno aumentati i criteri di ammissione ambientale per le nuove centrali elettriche, mentre le unità esistenti che non soddisfano i nuovi criteri ambientali dovranno essere aggiornate. Lo sviluppo di basi integrate per la produzione di energia del carbone è anche finalizzato a migliorare l'efficienza della

¹⁴⁸ KPMG, The 13th Five-Year Plan – China's transformation and integration with the world economy, October 2016

¹⁴⁹ The Oxford Institute for Energy studies, China's Coal Market: Can Beijing Tame 'King Coal'?, December 2014

produzione attraverso strutture di clustering, che possono condividere le risorse, inclusa la CO2 per CCUS. Lo sviluppo centralizzato (una grande azienda per ogni base) mira a guidare gli investimenti tecnologici e l'innovazione.

La costruzione di grandi basi di carbone con l'adozione simultanea della trasmissione di elettricità come componente della politica energetica ufficiale è stata reiterata il 13 giugno 2014 dal principale gruppo centrale cinese per gli affari finanziari ed economici. Il governo si aspetta che lo sviluppo efficiente e la gestione centralizzata delle centrali elettriche a carbone ridurrà l'inquinamento e le emissioni e ridurrà il costo ambientale totale dell'intero paese. Questa aspettativa si basa sullo sviluppo e sull'uso di due tecnologie chiave: tecnologie avanzate per il carbone pulito (CCT) e la trasmissione di energia elettrica ad altissima tensione (UHV).

Questo sviluppo prepara anche una visione a lungo termine di un'economia basata sull'energia pulita in quanto tecnologie avanzate, come la poligenerazione, consentono l'uso di molti combustibili, non solo il carbone. I canali di trasmissione UHV trasportano energia che può essere generata dal carbone e da tutte le altre fonti di energia, in particolare il vento: un settore in rapida crescita in Cina.¹⁵⁰

4.4) SVILUPPI ODIERNI

La Cina ha stabilito una significativa capacità riguardo la catena CCS attraverso la ricerca e lo sviluppo, compresa la costruzione di nove progetti pilota, e ha beneficiato di un'ampia cooperazione internazionale. Di conseguenza, ha raggiunto un livello adeguato di preparazione per portare avanti progetti di dimostrazione CCUS su larga scala.

La Commissione nazionale per lo sviluppo e la riforma (NDRC) della Cina e la Banca asiatica di sviluppo (ADB) hanno lavorato a stretto contatto su diversi progetti di costruzione di capacità istituzionali CCS / CCUS, che hanno portato alla creazione di una tabella di marcia per lo sviluppo e la distribuzione CCUS basata sul carbone per la Cina.¹⁵¹ Questo ha incluso l'identificazione di una serie di progetti di dimostrazione di opportunità precoci basati su grandi impianti da carbone a chimici in cui la cattura di CO2 è una possibilità a basso costo (meno di 20 \$ / tonnellata).¹⁵² Molti dei suoi impianti a base di carbone-chimici sono anche nelle vicinanze di giacimenti petroliferi suscettibili di recupero di petrolio con maggiore CO2 (CO2-EOR). Pertanto, la Cina ha l'opportunità unica di dimostrare CCUS a basso costo, il che consentirebbe all'industria cinese di acquisire dimestichezza nello stabilire importanti progetti multi-stakeholder, costruendo così le competenze su tutti gli aspetti della catena CCS / CCUS. Queste attività hanno portato alla dichiarazione di intenti da parte del Ministero delle Finanze della Cina alla COP21, che il governo cinese lavorerà con l'ADB per stabilire diversi

¹⁵⁰ The Oxford Institute for Energy studies, China's Coal Market: Can Beijing Tame 'King Coal'?, December 2014

¹⁵¹ ADB, Green Growth Opportunities for Asia, January 2017

¹⁵² Asian Development Bank, Roadmap for Carbon Capture and Storage demonstration and deployment in the people's Republic of China, 2015

progetti di dimostrazione CCUS utilizzando questo approccio. Ciò dovrebbe anche dare il via al programma di dimostrazione e diffusione della CCUS in Cina, che dovrebbe posizionare la nazione come un leader globale per garantire che la tecnologia pulita del carbone di HELE (high-efficiency, low-emissions) costituisca una parte fondamentale di un futuro globale a basse emissioni di carbonio.¹⁵³

Gli attuali bassi prezzi del petrolio potrebbero avere temporaneamente ridotto gli incentivi per i progetti di CO₂-EOR in Cina, ma i driver fondamentali rimangono forti. Ciononostante, la Cina importa più della metà del suo consumo di petrolio, mentre circa il 70% della sua produzione nazionale di petrolio proviene da nove grandi giacimenti petroliferi, che sono tutti maturi e che stanno affrontando o dovranno presto affrontare un calo della produzione. In alcuni di questi giacimenti petroliferi, l'allagamento delle acque non è più efficace nel mantenere i livelli di produzione petrolifera. L'introduzione di CO₂-EOR è quindi inevitabile per mantenere la redditività economica di tali giacimenti petroliferi. Per distribuire CO₂-EOR in questi campi petroliferi, è essenziale intraprendere prove e dimostrazioni pilota nella fase iniziale. Per superare la mancanza di interesse sotto gli attuali prezzi del petrolio, il governo dovrà incentivare le industrie a catturare e trasportare CO₂ e a condurre CO₂-EOR.¹⁵⁴

L'altro fattore che guida il programma di dimostrazione CCS della Cina è che "learning by doing" ridurrà successivamente i costi di capitale e operativi. Ad esempio, gli ingegneri del progetto CCS a carbone di Boundary Dam hanno annunciato che se dovessero essere necessari per progettare un'altra unità di cattura di CO₂, potrebbero ridurre il fabbisogno di investimenti del 30%. Altrettanto importante, in futuro, piuttosto che concentrarsi sui singoli emettitori di CO₂, i costi di trasporto e stoccaggio di CO₂, tra il 10 e il 30% dei costi totali CCS, potrebbero essere significativamente ridotti raggruppando gli emettitori di potenza insieme ai processi industriali e utilizzando il gas esistente nell'infrastruttura. Questi cluster industriali potrebbero essere collegati a hub di stoccaggio di CO₂ attraverso reti di condotte e rotte di navigazione. Ancora una volta, la Cina è ben posizionata per adottare questo approccio nelle sue basi industriali.¹⁵⁵

La crescita della domanda di energia è stata l'impulso centrale dietro l'aumento delle emissioni globali di gas serra per molti decenni. Il disaccoppiamento del consumo di energia dalla crescita economica, unitamente alla bassa crescita economica in tutto il mondo sviluppato, ha limitato la necessità di una produzione di energia su larga scala. Le cose sono andate diversamente nelle economie in via di sviluppo. La Repubblica popolare cinese (RPC) è stata uno dei principali motori delle crescenti emissioni di questo secolo e le sue azioni saranno cruciali se si vuole affrontare efficacemente il cambiamento climatico. La RPC ha ratificato l'accordo di Parigi e sta compiendo progressi verso uno schema nazionale di scambio di emissioni come

¹⁵³ Cornerstone Magazine, Beyond HELE: Why CCS Is Imperative Now, 2016

¹⁵⁴ Centre for Climate Change Economics and Policy, China's "new normal": structural change, better growth, and peak emissions, June 2015

¹⁵⁵ Global CCS Institute, The global Status of CCS, 2014

risposta politica centrale. Anche con una crescita economica inferiore negli ultimi anni, la RPC continua ad aver bisogno di più energia. Inoltre, le emissioni di CO₂ prodotte dalla produzione industriale al di fuori del settore della generazione di energia sono la principale fonte di emissioni per la RPC e per le quali vento e sole non forniscono una soluzione.

La riunione della COP21 a Parigi, la Commissione nazionale per lo sviluppo e la riforma della RPC (NDRC) e la Banca asiatica per lo sviluppo hanno lanciato una Roadmap per CCS che incorpora impegno politico, legale, tecnologico, finanziario e pubblico come approccio integrato alla CCS per la RPC. Dimostra che la CCS può contribuire a raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni del paese a breve, medio e lungo termine attraverso azioni specifiche durante il periodo del 13 ° piano quinquennale e oltre il 2020¹⁵⁶. I messaggi chiave nella tabella di marcia sono:

- La dimostrazione e l'implementazione di CCS sono essenziali per la mitigazione del costo del cambiamento climatico, non solo nel settore energetico, ma anche per la riduzione delle emissioni negli impianti carbon-intensive di carbone, acciaio, cemento e raffineria.
- La RPC può beneficiare di esperienze internazionali.
- Esistono opportunità di dimostrazione CCS uniche a basso costo nella RPC, in particolare nelle regioni che offrono prospettive per la cattura di CO₂ dagli impianti chimico-chimici e il recupero avanzato del petrolio.
- La dimostrazione del CCS affronta sfide formidabili in assenza di un sostegno mirato che dovrebbe includere sostegno finanziario, politiche abilitanti e un quadro normativo adeguato.
- Gli attuali bassi prezzi del petrolio hanno ridotto l'incentivo per un maggiore recupero del petrolio, ma i driver fondamentali nella RPC rimangono forti.
- È necessario un approccio graduale alla dimostrazione e alla diffusione di CCS. I progetti dimostrativi in fase iniziale basati sull'acquisizione a basso costo in parallelo con un'intensa attività di ricerca e sviluppo e un'applicazione limitata nel settore energetico possono ridurre i costi e fornire nuove conoscenze. Il successo tra i 10 anni e il 2025 può aprire la strada a un più ampio dispiegamento di sistemi CCS competitivi a partire dal 2030 in poi.¹⁵⁷

¹⁵⁶ Asian Development Bank, Roadmap for Carbon Capture and Storage demonstration and deployment in the people's Republic of China, 2015

¹⁵⁷ Cornerstone issue 4 volume 4, The Urgent Need to Move From CCS Research to Commercial Development, winter 2016

4.5) CCS PROGETTI PILOTA

La Cina dal 2008 ha investito circa 3 miliardi di Yuan in progetti basati sulla tecnologia CCS, nel 2014 erano stati avviati 9 grandi progetti con capacità di cattura di circa 100000 tonnellate all'anno, implementati principalmente in industrie chimiche e energetiche.

Questo sviluppo tecnologico non è rimasto marginale, alcuni gruppi, come Shenhua Group, hanno iniziato a collaborare con università e centri di ricerca per sviluppare una tecnologia di CCS applicabile nell'ambito della trasformazione dell'ossigeno in combustibile. China Huaneng Group ha una rete di ricerca collaborativa per la CCS di precombustione; e PetroChina e altre compagnie petrolifere stanno lavorando insieme per far avanzare le tecnologie per CO₂-EOR. Nell'agosto 2014, le principali parti interessate, tra cui il gruppo China Huaneng e PetroChina, hanno fondato congiuntamente un'alleanza CCS.¹⁵⁸

Nell'ambito chimico industriale, le centrali petrolchimiche offrono un'opportunità unica per fornire CCS a basso costo. In questi impianti, la CO₂ viene separata come parte del processo di produzione di carbone chimico, con conseguente flusso di CO₂ ad alta purezza ad alta pressione. Questa CO₂ richiede solo una minima purificazione e compressione per liquefare prima del trasporto. Pertanto, il capitale incrementale e i costi operativi di CCS sono relativamente piccoli: l'aggiunta di cattura di carbonio aumenterà il costo del capitale dell'1% -1,3% e il costo di produzione calolerà la penalità energetica per il funzionamento dei compressori, di circa il 7,5% -8 %.¹⁵⁹

Il primo impianto CCS in Cina

Il primo impianto pilota per la cattura del carbonio in Cina si trova presso la centrale termica di Huaneng Gaobeidian a Pechino. L'impianto ha una capacità di 3.000 tonnellate all'anno. Nonostante le sue dimensioni relativamente ridotte, il motivo per cui questa pianta è stata scelta come "progetto notevole" è che è il primo pilota dimostrativo di cattura del carbonio in Cina. È diventato operativo nel giugno 2008, poco prima delle Olimpiadi di Pechino 2008. La CO₂ prodotta viene utilizzata nell'industria delle bevande per bevande gassate. Il progetto prevedeva la collaborazione tra il gruppo Huaneng e l'agenzia scientifica nazionale australiana, l'Organizzazione per la ricerca scientifica e industriale del Commonwealth (CSIRO). Questo progetto ha un valore strategico in quanto ha dimostrato il concetto e le capacità di avere un progetto di cattura del carbonio in Cina.¹⁶⁰

Uso di CO₂ nelle bevande

Accompagnato dall'esperienza di successo del primo pilota di cattura del carbonio nella centrale a carbone di Gaobeidian, il gruppo Huaneng ha costruito un impianto dimostrativo molto più grande con una capacità

¹⁵⁸ Cornerstone Magazine, R&D and Demonstration of CO₂ Capture Technology Before and After Combustion in Thermal Power Plants in China, winter 2016

¹⁵⁹ The World Bank, Sustainable Low-Carbon City Development in China, 2012

¹⁶⁰ Global CCS Institute, Notable CCS projects in China, November 26 2014

di 100.000 - 120.000 tonnellate all'anno presso la seconda centrale elettrica di Shanghai Shidongkou. Questo progetto ha utilizzato la stessa tecnologia e processo di acquisizione della CO₂ del pilota Gaobeidian. Lo stabilimento di Shanghai Shidongkou è diventato operativo nel dicembre 2009 ed è stato quindi il più grande impianto di cattura di CO₂ post-combustione al mondo. La CO₂ catturata viene riutilizzata nell'industria delle bevande. Il gruppo Huaneng ha di nuovo dimostrato la sua competenza tecnica su scala molto più ampia.¹⁶¹

Iniezione e stoccaggio di CO₂

Con i due progetti sopra descritti, condotti da un generatore di energia focalizzato sulla tecnologia di cattura, il più grande produttore cinese di carbone, il gruppo Shenghua, ha avviato una propria iniziativa: un progetto CCS integrato con la fonte di cattura come impianto di liquefazione del carbone di Ordos, Inner Mongolia. L'impianto di cattura da 100.000 tonnellate all'anno cattura CO₂ da un processo di produzione di H₂ a base di carbone in cui viene prodotta una concentrazione elevata di CO₂ (> 80% v / v) utilizzando un processo di lavaggio a metanolo a bassa temperatura. L'impianto di dimostrazione è diventato operativo a gennaio 2011. La CO₂ catturata viene trasportata dai camion al sito di iniezione dove la CO₂ viene iniettata in profonde acquifere saline. Alla fine di ottobre 2013 sono state iniettate oltre 150.000 tonnellate di CO₂. Questo è il primo progetto integrato di CCS a catena intera in Cina e ha compiuto grandi progressi in tutti gli aspetti della CCS, incluso il monitoraggio.¹⁶²

Le compagnie petrolifere cinesi hanno adottato approcci diversi per lo sviluppo della tecnologia e dei progetti CCS. La Shengli Oil Field Company, una consociata di Sinopec, ha commissionato il suo impianto di cattura post-combustione nel settembre 2010. L'impianto cattura circa 110 tonnellate al giorno di CO₂ (o 3.500 tonnellate l'anno) con il CO₂ catturato utilizzato per il recupero avanzato dell'olio nelle vicinanze campi petroliferi. L'intero progetto CCUS della catena ha fornito importanti insegnamenti per Sinopec e ha gettato solide fondamenta affinché Sinopec abbia implementato i suoi progetti CCUS su larga scala.

Cattura post combustione

Un'altra filiale del giacimento petrolifero di Sinopec, la Zhongyuan Oil Field Company, ha iniziato le operazioni di cattura del carbonio (in una fabbrica petrolchimica) e CO₂-EOR nel 2006. Si trattava di circa 20.000 tonnellate all'anno di cattura di CO₂. Uno studio di fattibilità è stato completato per un impianto di cattura (aggiuntivo) di 100.000 tonnellate all'anno. Al completamento di questa espansione, la Zhongyuan Oil Field Company catturerà 120.000 tonnellate all'anno di CO₂. Come caratteristica unica di questo progetto, la CO₂ viene catturata dal gas di scarico di rigenerazione catalitico del catalizzatore fluido, che può essere approssimativamente classificato come cattura post-combustione. La China National Petroleum Corporation

¹⁶¹ Climate Policy Initiative, *Slowing the Growth of Coal Power Outside China: The Role of Chinese Finance*, November 2015

¹⁶² Cornerstone Magazine, *R&D and Demonstration of CO₂ Capture Technology Before and After Combustion in Thermal Power Plants in China*, winter 2016

(CNPC) ha catturato CO₂ dal gas naturale grezzo e la CO₂ catturata viene quindi utilizzata per il recupero avanzato del petrolio. Questo progetto si trova nel giacimento petrolifero di Jilin, nel nord-est della Cina, e la sua capacità nominale di liquefazione massima è di 100.000 tonnellate all'anno (attualmente operativa a 45 tonnellate al giorno). Nel maggio 2014, CNPC ha anche avviato un progetto CO₂-EOR da 100.000 tonnellate al giorno nel suo giacimento petrolifero di Changqing a Shaan'Xi, nel nord-ovest della Cina.¹⁶³

I progetti di cui sopra hanno adottato rispettivamente le tecnologie di post-combustione e di pre-combustione. La tecnologia alternativa di cattura del carbonio, la combustione dell'ossifuel, è in fase di sperimentazione nel progetto Hazy (Oxyfuel) dell'Università di Huazhong, nella provincia di Hubei.

In Cina, l'utilizzo e lo stoccaggio della cattura del carbonio è stato imposto come misura importante per ridurre le emissioni e migliorare la sicurezza energetica. Insieme ai 12 progetti su larga scala identificati dall'Istituto, questi "progetti degni di nota" sono buoni indicatori delle ambizioni della Cina nello sviluppo della tecnologia CCS / CCUS.¹⁶⁴

Sviluppo e verifica di un nuovo composto amminico assorbente

In termini di riduzioni delle emissioni di CO₂ su larga scala nelle centrali elettriche a carbone, l'elevato consumo energetico, il facile degrado e la grande perdita di assorbenti tradizionali sono fattori negli alti costi di applicazione della tecnologia di cattura della CO₂. Huaneng Group sta prendendo di mira questi problemi conducendo ricerca e sviluppo indipendenti di nuovi assorbenti, come le molecole di ammina organica a cui i ricercatori di Huaneng stanno applicando valutazioni di progetto sulla struttura molecolare e sui gruppi funzionali. Le valutazioni esplorano l'impatto di fattori quali la lunghezza della catena di carbonio, la localizzazione del gruppo idrossi, i tipi e le posizioni dei sostituenti, nonché l'effetto di impedimento sterico sulla performance degli assorbenti. Utilizzando la simulazione teorica e la valutazione della selezione ad alto flusso sulle formule composte e sull'ottimizzazione pilota, e combinando la valutazione e la selezione delle prestazioni degli assorbenti, Huaneng è riuscita a sviluppare un nuovo tipo di assorbente a risparmio energetico altamente efficiente con proprietà che presentano alta efficienza di circolazione, alto carico assorbente e basso consumo di energia per la rigenerazione e bassa pressione del vapore, resistenza all'ossidazione e bassa corrosione.¹⁶⁵

Nel 2015, l'assorbente HNC-5 è stato utilizzato ininterrottamente per oltre 4000 ore in un impianto di cattura nella seconda centrale di Shidongkou con una capacità di 120.000 t / a. I risultati hanno mostrato che, nelle stesse condizioni operative, il consumo di solvente può essere ridotto a 1 kg / t di CO₂ e il consumo di energia per la cattura di CO₂ era inferiore a 3,0 GJ / t, inferiore del 20% rispetto al consumo di energia di MEA (monoethanolamine), assorbente più comunemente usato, per la cattura di CO₂. Inoltre, i prodotti degradati

¹⁶³ Global CCS Institute, Notable CCS projects November in China, 26 2014

¹⁶⁴ Global CCS Institute, Notable CCS projects November in China, 26 2014

¹⁶⁵ Global CCS Institute, The global Status of CCS, 2014

sono stati prodotti ad una velocità del 50% rispetto a MEA. Questo assorbente può ridurre circa il 20% dei costi operativi complessivi dell'acquisizione e questo sistema può funzionare in modo coerente a lungo termine.¹⁶⁶

Sviluppo di assorbente di fango liquame

Con i tradizionali metodi di assorbimento chimico, un'alta percentuale di acqua nell'assorbente è una delle ragioni principali per l'elevato consumo di energia per l'acquisizione di CO₂. Pertanto, l'aumento della temperatura e la volatilizzazione dell'acqua nel processo di desorbimento ad alta temperatura consumeranno una grande quantità di energia. Per ridurre il coinvolgimento dell'acqua nel processo di rigenerazione, Huaneng ha sviluppato un assorbitore di CO₂ in sospensione con una soluzione di carbonato di potassio. Grazie a questo è possibile ridurre il coinvolgimento dell'acqua nel processo di rigenerazione e utilizzare il calore del vapore per ridurre il consumo energetico nell'acquisizione di CO₂. I test tecnici in scala in laboratorio hanno dimostrato che il consumo energetico della tecnologia di cattura della CO₂ a base di carbonato di potassio raggiunge 2,6 GJ / t di CO₂, il 20% in meno rispetto al MEA. Inoltre, il costo della perdita diminuisce anche del 22-50% rispetto a MEA.¹⁶⁷

Dispositivo di cattura di CO₂ di Changchun Thermal Power Plant (1000 t / a)

Per testare l'adattabilità della tecnologia di cattura dei gas di combustione post-combustione al freddo estremo di Changchun (Cina nord-orientale), la centrale termica di Huaneng Changchun ha costruito e testato un dispositivo di cattura di CO₂. Completato all'inizio del 2014, questo dispositivo pilota ha sottoposto a un test continuo di 1000 ore su più tipi di soluzioni, incluso MEA, negli ultimi due anni, verificando lo stato operativo del sistema di cattura del carbonio in condizioni climatiche estremamente fredde e analizzando le caratteristiche di assorbimento del desorbimento di CO₂ e la stabilità di varie nuove soluzioni.¹⁶⁸

Tecnologia di cattura pre-combustione

I piani CCUS per i progetti Hypogen (UE), ZeroGen (Australia) e New Sunshine (Giappone) sono tutti basati su IGCC e cattura di CO₂ pre-combustione. Nel 2004, Huaneng è diventata la prima impresa energetica in Cina a creare una "GreenGen "Piano per emissioni di carbonio pressoché nulle. Questo piano ha studiato, sviluppato, dimostrato e promosso una generazione di idrogeno gassoso a carbone basata su IGCC, generazione di energia a ciclo combinato a turbina a gas idrogeno e energia di base di carbone basata sulla generazione di energia della batteria a combustibile sistema, che faciliterebbe anche la separazione e il trattamento della CO₂. Questo piano migliorerà significativamente l'efficienza della produzione di energia a carbone e realizzerà emissioni prossime allo zero di CO₂ e di altri inquinanti nella produzione di energia a

¹⁶⁶ Global CCS Institute, The global Status of CCS, 2014

¹⁶⁷ World Bank, Sustainable Low-Carbon City Development in China, 2012

¹⁶⁸ Cornerstone Magazine, R&D and Demonstration of CO₂ Capture Technology Before and After Combustion in Thermal Power Plants in China, winter 2016

carbone.¹⁶⁹ Nel 2012, la prima fase di "GreenGen" è stata completata quando la centrale elettrica dimostrativa di Tianjin IGCC ha iniziato a funzionare. Con una capacità installata di 265 MW, la stazione presenta la prima pressione di polvere di carbone secco a due sezioni al mondo, forno di gassificazione a combustione di ossigeno puro. Dopo un lungo ciclo di operazioni dimostrate, le prestazioni in termini di emissioni della centrale elettrica si sono rivelate significativamente superiori alle tradizionali unità di produzione di energia a carbone. I suoi principali parametri di emissione: polvere, 0,6 mg / m³; SO₂, 0,9 mg / m³; NO_x, 50 mg / m³- indicano che la stazione IGCC ha raggiunto il livello di emissioni di una unità di generazione di energia a turbina a gas. Durante la fase di progettazione della centrale elettrica IGCC, Huaneng ha anche iniziato la ricerca e sviluppo e la dimostrazione di un sistema di cattura di CO₂ pre-combustione. I calcoli basati sui dati operativi in loco indicano quanto segue: la percentuale di cattura della CO₂ del dispositivo è superiore all'85%; il consumo di energia del sistema è inferiore a 2,5 GJ / t CO₂; e la capacità di cattura di CO₂ è di 60.000-100.000 t / a. Dopo la compressione e la liquefazione della CO₂, il passo successivo è condurre esperimenti sull'aumento del tasso di recupero del petrolio e sull'applicazione del geo-sequestro. I gas separati ricchi di idrogeno verranno compressi e inviati nella turbina a gas per la combustione mista. La relativa valutazione geologica e la ricerca sull'iniezione di CO₂ sono ancora in corso. Questo sistema di dimostrazione, una volta completato, diventerà un sistema CCUS pre-combustione con la più grande capacità a livello internazionale. Sarà in grado di condurre vari esperimenti sotto carichi e condizioni operative diversi, accumulando esperienza per l'esplorazione di tecnologie CCUS a bassa energia consumo e alto tasso di riciclaggio.¹⁷⁰

4.6) FINANZIARE I PROGETTI DI CCS IN RPC

I costi elevati rappresentano una grande sfida in questa fase iniziale di dimostrazione e implementazione. L'elevato investimento iniziale e i maggiori costi operativi per l'energia e l'acqua supplementari sono il risultato dell'applicazione della CCS. Secondo un'analisi condotta dall'ADB (Asian Development Bank) si è dimostrato che a livello di LCOE (levelized cost of electricity) le centrali elettriche a carbone con CCS sono competitive rispetto a quelle di energia solare fotovoltaica o offshore e inoltre il CCS combinato con CO₂-EOR è la tecnologia più competitiva.¹⁷¹ È improbabile che i costi diminuiscano significativamente a meno che queste tecnologie non siano dimostrate su scala più ampia e siano ulteriormente migliorate. Inoltre, gli sforzi intensivi di ricerca e sviluppo nelle tecnologie di cattura del carbonio di seconda generazione possono anche portare a importanti riduzioni del costo del capitale e della penalità energetica rispetto alle tecnologie attualmente disponibili di prima generazione. Un approccio di ricerca collaborativa e la condivisione della

¹⁶⁹ Cornerstone issue 4 volume 4, The Urgent Need to Move From CCS Research to Commercial Development, winter 2016

¹⁷⁰ Cornerstone issue 4 volume 4, The Urgent Need to Move From CCS Research to Commercial Development, winter 2016

¹⁷¹ Climate Policy Initiative, Slowing the Growth of Coal Power Outside China: The Role of Chinese Finance, November 2015

conoscenza internazionale potrebbero accelerare il raggiungimento di riduzioni dei costi. I progetti di dimostrazione CCS devono superare il divario di redditività commerciale tra elevati costi di capitale iniziali e costi operativi incrementali associati e la mancanza di entrate aggiuntive. In teoria, i ricavi possono essere garantiti dalla produzione industriale e dalla vendita di CO₂ catturata per il recupero avanzato di idrocarburi o da franchigie di emissioni (CO₂ evitate) in cui esiste un mercato. I progetti CCS sono percepiti dai finanziari come progetti ad alto rischio con notevoli rischi tecnici, di mercato, legali e normativi. A causa dei rischi connessi a tali progetti, i termini di finanziamento possono deteriorarsi. Il governo potrebbe facilitare i progetti nella fase di affermazione e sviluppo iniziale, velocizzando così la dimostrazione del CCS e sostenere un efficace de-risking di tali progetti.¹⁷²

Dare la priorità alla dimostrazione della fase iniziale della cattura a basso costo con Co₂-EoR può essere una delle strategie migliori per affermare la necessità di questa tecnologia e attirare investimenti. Le centrali elettriche a carbone grandi ed efficienti vicine a un sito comprovato di CO₂ EOR dovrebbero essere monitorate da vicino e, laddove fattibile, dovrebbero dimostrare CCS su base limitata, ossia dovrebbe esserci flessibilità per le piante per provare l'acquisizione di CO₂ con EOR di 0,5 MtCO₂ all'anno in su¹⁷³. Il Bacino di Ordos, il Bacino di Songliao nella RPC nordorientale, il bacino di Jungar nella RPC nordoccidentale e il bacino di Tarim nella RPC occidentale hanno tutti giacimenti petroliferi che sono suscettibili di operazioni CO₂-EOR e sono quindi buone regioni candidate. Queste regioni ospitano un gran numero di importanti impianti di produzione di carbone, che offrono opzioni di cattura di CO₂ a basso costo e una fonte per grandi volumi di approvvigionamento di CO₂ a basso costo. Approvando queste regioni come regioni prioritarie nel piano, il governo può accelerare la dimostrazione di progetti CCS su larga scala.

Per realizzare le esperienze necessarie e realizzare una riduzione dei costi essenziale, è necessario realizzare una massa critica di progetti dimostrativi durante il 13 ° piano quinquennale. Per il 13 ° piano, l'obiettivo raccomandato dovrebbe pertanto consistere nell'attuazione di 5-10 progetti di dimostrazione CCS nel settore chimico-carbone e 1-3 progetti nel settore della generazione di energia entro il 2020, con uno stoccaggio cumulativo di 10-20 MtCO₂ e un incremento produzione di petrolio di 30-60 milioni di barili attraverso CO₂-EOR¹⁷⁴.

Gli studi di progettazione ingegneristica front-end (FEED) per i progetti di early-mover possono costare fino a decine di milioni di dollari, anche con l'opzione di stoccaggio CO₂-EOR. Inoltre dato il notevole investimento incrementale richiesto - di solito \$ 500 milioni solo per il meccanismo di cattura - il governo dovrebbe concedere sostanziali somme di finanziamenti agevolati o cofinanziamento da parte di banche multilaterali

¹⁷² ADB, Green Growth Opportunities for Asia, January 2017

¹⁷³ University of Cambridge, Strategies for Financing Large-scale Carbon Capture and Storage Power Plants in China, July 2014

¹⁷⁴ Science Direct, Financing New Power Plants 'CCS Ready' in China – a case study of Shenzhen city, 2011

di sviluppo e analoghi istituti finanziari nazionali. Un'altra manovra utile potrebbe essere ridurre l'imposta sul valore aggiunto e l'imposta sul reddito, strategie che già si sono dimostrate efficaci nel sostenere lo sviluppo delle energie rinnovabili nella RPC. I crediti d'imposta equivalenti dovrebbero essere estesi a CCS.¹⁷⁵

Il governo potrebbe quindi istituire un mix di meccanismi di supporto per soddisfare le esigenze di sviluppo dei progetti di dimostrazione in fase iniziale. Le seguenti misure dovrebbero essere messe a disposizione dei progetti iniziali, che sostengono la fase di affermazione commerciale della tecnologia CCS: accesso a finanziamenti agevolati rimborsabili tramite prestiti bancari per lo sviluppo e simili; accesso alle agevolazioni fiscali ora disponibili per le nuove tecnologie energetiche e il recupero degli idrocarburi terziario; un programma di sostegno finanziario a prezzo fisso per colmare le lacune di commercializzazione previste e fornire una certa certezza del reddito, come un contratto basato sul modello di banca CO₂, che pagherebbe l'emettitore di CO₂ per catturare la CO₂; e sostegno a fondo perduto per progetti a capitale limitato nella fase decisionale di investimento prefinale per supportare attività di sviluppo come studi di progettazione ingegneristica front-end (FEED) e il processo per ottenere l'approvazione regolamentare.¹⁷⁶

Infine, proprio come il governo ha finanziato la costruzione di una linea di trasmissione ad alta tensione per trasmettere energia dai siti di generazione eolica e solare nelle province di Gansu e Inner Mongolia, il governo dovrebbe anche finanziare la prima infrastruttura di gasdotti di CO₂ per favorirne il trasporto e l'utilizzo e stoccaggio.¹⁷⁷

Concludendo è importante notare come il mercato del carbonio è spesso citato come la chiave per innescare investimenti CCS su larga scala. La Cina sta sperimentando schemi di scambio delle emissioni di carbonio in sette province e città, ma è improbabile che il prezzo del carbonio previsto raggiunga i 40 euro per tonnellata di CO₂, valore che la renderebbe commercialmente competitiva, nella fase di negoziazione delle emissioni pilota.¹⁷⁸

4.7) POTENZIALE ECONOMICO PER LE TECNOLOGIE CCS

Il costo dei pannelli solari è diminuito drasticamente dopo che la Cina ha iniziato a fare importanti investimenti nella tecnologia. Potrebbe succedere lo stesso la tecnologia CCS. Ora come non mai le sfide ambientali sono alte e con esse anche quelle commerciali. Il 450 scenario dell'AIE suggerisce che entro il 2040 saranno necessari circa 5,1 miliardi di tonnellate di capacità annua di CCS per soddisfare gli obiettivi previsti dall'Accordo di Parigi e limitare l'aumento della temperatura a meno di 2 ° C¹⁷⁹. Pur limitando il cambiamento

¹⁷⁵ KPMG, The 13th Five-Year Plan – China's transformation and integration with the world economy, October 2016

¹⁷⁶ Asian Development Bank, Roadmap for Carbon Capture and Storage demonstration and deployment in the people's Republic of China, 2015

¹⁷⁷ Cornerstone issue 4 volume 4, The Urgent Need to Move From CCS Research to Commercial Development, winter 2016

¹⁷⁸ China Dialogue, How China can kick-start carbon capture and storage, May 28 2013

¹⁷⁹ BHP, Could China take the lead in CCS?, 12 Ottobre 2017

climatico, il mondo deve anche fornire l'accesso a un'energia affidabile ed economica per sostenere lo sviluppo economico e il miglioramento degli standard di vita. L'implicazione è semplice: una risposta seria al cambiamento climatico richiede un'accelerazione nello sviluppo di CCS. Le ipotesi di un prezzo del carbonio a lungo termine di ben oltre \$ 100 per tonnellata di CO₂ nel 2040 suggeriscono che il mercato globale per catturare e immagazzinare il biossido di carbonio potrebbe valere centinaia di miliardi di dollari all'anno, con nuove opportunità create per gli sviluppatori di tecnologia e gli operatori di stoccaggio di anidride carbonica¹⁸⁰.

La Cina rappresenta attualmente circa il 30% delle emissioni globali¹⁸¹. Il paese ha la metà della capacità energetica mondiale a carbone e sta attualmente costruendo più di 200GW di nuovi impianti che potrebbero funzionare per decenni¹⁸². Le industrie cinesi del cemento e dell'acciaio sono le più grandi al mondo. Entrambi i settori rimarranno critici mentre la popolazione globale cresce e l'urbanizzazione continua. Per raggiungere gli obiettivi climatici, l'intensità delle emissioni di questi processi deve diminuire e CCS rappresenta un'opzione plausibile per raggiungere questo risultato. Il potenziamento delle centrali a carbone esistenti con CCS può ridurre il loro tasso di emissioni fino al 100%, anche se una riduzione dell'85% è più comunemente proposta, con emissioni circa quattro volte inferiori rispetto a un impianto di gas¹⁸³. Rispetto all'investimento in capacità di nuova generazione, dotare una centrale elettrica esistente con CCS richiede solo l'investimento nelle apparecchiature aggiuntive di controllo della CO₂ - per la cattura, il trasporto e lo stoccaggio di CO₂ - e non nella stessa centrale elettrica. Tuttavia, in alcune situazioni, è opportuno aggiornare la centrale elettrica contemporaneamente al retrofit CCS, offrendo diversi decenni aggiuntivi di vita all'impianto.

Considerando la creazione di un ETS, emission trading system, da parte di Pechino, il carbonio inizia ad acquistare un nuovo valore economico. Inizialmente è sempre stato solo una responsabilità, ma adesso può divenire un'opportunità. Il fatto che la Cina possa sviluppare su larga scala una serie di tecnologie CCS e quindi abbassarne il costo, rende questa opzione molto interessante per le imprese. Inoltre per quelle aziende che sviluppano la tecnologia suddetta, la possibilità di essere le prime a sviluppare sistemi di cattura efficienti a prezzi competitivi, sarebbe un vantaggio economico molto importante perché permetterebbe a queste di esportare sia il prodotto che il know how relativo e dunque avvantaggiarsi notevolmente nel mercato globale. Pochi paesi hanno le possibilità economiche della Cina di realizzare questo progetto in maniera efficiente, ma potrebbe essere un'ottima possibilità per Pechino di dare nuova linfa vitale al proprio mercato energetico, e come fece coi pannelli solari, riconfermare la Cina come nuovo leader ambientale.

¹⁸⁰ IEA, World Energy Outlook 2016

¹⁸¹ United States Environmental Protection Agency, Global Greenhouse Gas Emissions Data

¹⁸² IEA, The potential for carbon capture and storage in China, 17 Gennaio 2017

¹⁸³ IEA, The potential for carbon capture and storage in China, 17 Gennaio 2017

I costi iniziali sono indubbiamente grandi, infatti questo è il principale motivo per cui altri paesi non hanno ancora investito massicciamente in questa tecnologia¹⁸⁴, tuttavia la Cina ha sia le possibilità economiche che l'organizzazione di uno stato fortemente centralizzato per riuscire a introdurre, rendere efficiente e meno costosa questa tecnologia. Sebbene questa mossa potrebbe richiedere anni per vedere un sostanziale ritorno economico, sarebbe sicuramente interpretata come un'affermazione di grande impegno da parte della Cina nella lotta ambientale. Inoltre questo investimento, dato che la stessa IEA ha sempre sottolineato che CCS è una tecnologia fondamentale nel combattere il riscaldamento globale, sarebbe da considerare su un lungo termine, dove la stessa Cina potrebbe riesportare i propri prodotti a prezzi convenienti e con il know how adeguato. Questo scenario già avviene riguardo ad esempio il settore idroelettrico¹⁸⁵.

¹⁸⁴ The Guardian, UK cancels pioneering £1bn carbon capture and storage competition, 25 Novembre 2015

¹⁸⁵ International Rivers, Reflections on Chinese Companies' Global Investments in the Hydropower Sector Between 2006-2017, 14 Dicembre 2017

5) PRINCIPALI FONTI ENERGETICHE ALTERNATIVE AL CARBONE

All'interno di questo capitolo vedremo le principali alternative al carbone che la Cina sta sviluppando, sono state scelte le energie: solare, eolico e idroelettrico. Queste ovviamente non sono le sole energie che nel futuro andranno a prendere il posto del carbone all'interno del mix energetico cinese, tuttavia sono quelle che cresceranno maggiormente e che andranno a formare la nuova base del settore energetico cinese.

5.1) INTRODUZIONE

Pechino è conscio del problema che il carbone rappresenta per la propria economia, società e immagine globale. Proprio per questo diverse sono le soluzioni implementate, se da un lato si cerca di limitare le emissioni di CO₂ tramite le tecnologie CCS, dall'altro si è cercato di sviluppare politiche che rendessero altre forme di energia più appetibili. Le energie rinnovabili sono indubbiamente quelle maggiormente supportate dal governo, ma poiché non riescono ancora a rimpiazzare come pilastro energetico il carbone, anche petrolio, gas naturale e nucleare sono tenuti fortemente in considerazione.

Dato però l'alto fabbisogno energetico della Cina resta comunque difficile sostituire una forza come il carbone. All'interno di questo capitolo cercheremo di capire come le energie rinnovabili stiano migliorando e che potenziale di crescita e impatto sul mercato energetico possano avere. Per anni, la narrativa energetica dominante sulla Cina si è concentrata sullo straordinario ritmo del suo sviluppo, il successo del paese nel sollevare centinaia di milioni di suoi cittadini dalla povertà (compresa la povertà energetica), dalle dimensioni dell'industrializzazione e dalla domanda di risorse energetiche, in particolare per il carbone. Mentre gli elementi di questa narrativa rimangono veri, il paese sta rapidamente cambiando direzione verso un'economia molto più basata sui servizi e un mix energetico molto più pulito. Questa nuova direzione avrà conseguenze non meno significative per la Cina e il mondo rispetto al suo precedente periodo di sviluppo ad alta intensità energetica.

Le crescenti esigenze energetiche della Cina sono sempre più soddisfatte da fonti rinnovabili, gas naturale ed elettricità, mentre la domanda di carbone dovrebbe calare. L'aumento dell'elettricità e delle fonti rinnovabili è strettamente interconnesso dal momento che la Cina diversifica e ripulisce il suo mix energetico: la quota di carbone nella generazione totale dovrebbe scendere dai due terzi di oggi a meno del 40% nel 2040 di conseguenza.¹⁸⁶

Sono proprio le energie rinnovabile che andremo ad analizzare in questo capitolo, principalmente idroelettrica, solare e eolica in quanto secondo i progetti di Pechino queste saranno le principali fonti che sostituiranno il carbone nel futuro. Proprio per questo gli investimenti cinesi nei confronti di queste sono stati stratosferici e vedono la Cina come principale investitore e produttore di energia da queste fonti.

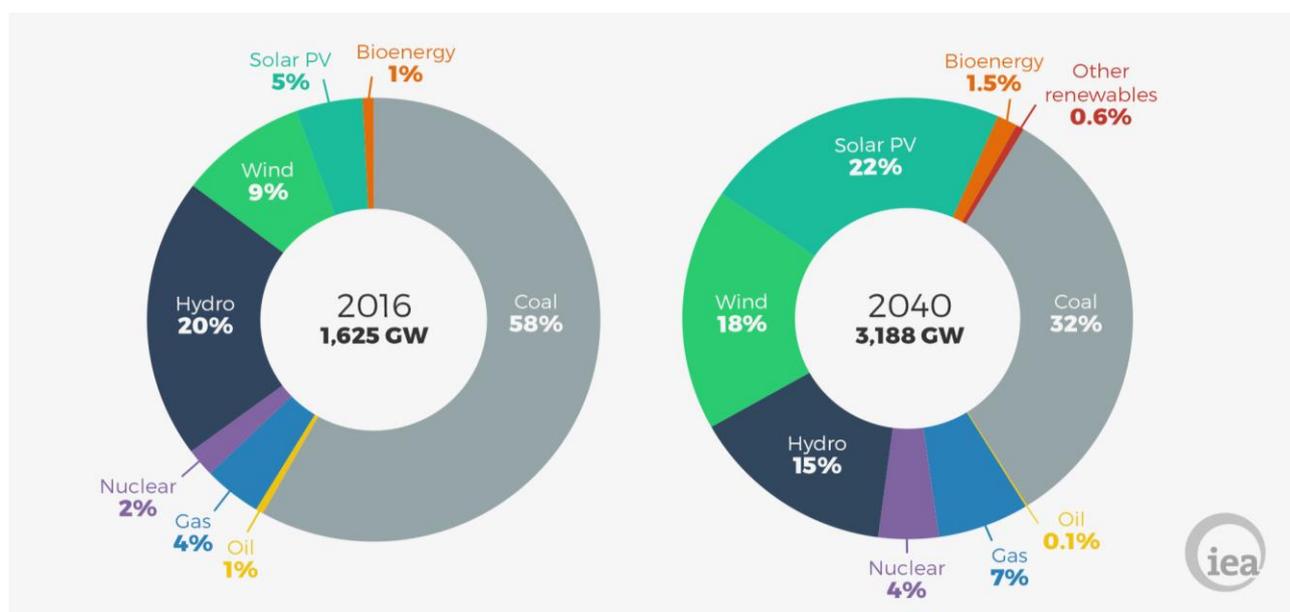
¹⁸⁶ International Energy Agency, World Energy Outlook China, 2017

Sebbene la Cina stia ancora investendo in alcuni progetti di carbone in tutto il mondo, è diventato chiaro che le energie rinnovabili saranno la tecnologia energetica dominante nei prossimi decenni. La Cina si sta affermando come leader tecnologico globale e vuole seguire la direzione in cui i mercati energetici si stanno muovendo. A riprova di questo l'IEEFA (Institute for Energy Economics and Financial Analysis) ha identificato i grandi progetti e le acquisizioni internazionali di energia pulita cinesi per un totale di oltre \$ 44 miliardi per il 2017, rispetto ai \$ 32 miliardi individuati nel 2016.¹⁸⁷

All'interno di questo capitolo oltre a mostrare gli incredibili passi avanti fatti dalla Cina nel campo delle energie rinnovabili studieremo però anche alcuni paradossi che caratterizzano le politiche di Pechino e che se non verranno affrontati prontamente potrebbero anche vanificare gran parte degli sforzi e investimenti fatti.

Grafico5.1 – Capacità energetica installata secondo le nuove politiche energetiche cinesi

(fonte: World Energy Outlook 2017)



5.2) ENERGIA IDROELETTRICA

Lo sviluppo idroelettrico in Cina ha oramai raggiunto un secolo di vita. Nel 1912 fu completata, la prima centrale idroelettrica nello Yunnan una provincia del sud della Cina; questo è accaduto dopo solo 40 anni dalla installazione della prima centrale idroelettrica sul pianeta situata nel Wisconsin negli Stati Uniti. Lo sviluppo dell'energia idroelettrica della Cina ha stato sperimentato innumerevoli colpi di arresto per molti

¹⁸⁷ Carbon Brief, China leading on world's clean energy investment, says report, 9 Gennaio 2018

anni della storia del secolo. Gli investimenti nell'energia idroelettrica sono ripresi solo negli anni '80, quando uno stato cinese decentrato aprì le sue porte e una serie di riforme. Fino al 2010, la capacità installata in totale in Cina aveva raggiunto 200 GW, rappresentava il 22% della capacità installata a livello mondiale, che aveva posizionato la Cina al primo posto nel mondo nelle strutture per la generazione di energia idroelettrica.¹⁸⁸ Nel 2016 ha raggiunto 330 GW rappresentando circa un quarto della capacità di produzione di energia idroelettrica al mondo¹⁸⁹

I più importanti impianti di energia idroelettrica della Cina in costruzione sono il progetto Wudongde e Baihetan. Il primo sul fiume Jinsha a sud-ovest, che fornirà una capacità installata di 10,2 GW quando completata (12 turbine da 850 MW). Il progetto ha iniziato i lavori nel 2014, con il primo generatore programmato per la messa in servizio nel 2018; dovrebbe essere completato nel 2020 e sarà il sesto più grande progetto idroelettrico al mondo in termini di capacità installata.¹⁹⁰ L'altra è la diga di Baihetan, una grande diga idroelettrica in costruzione sul fiume Jinsha, un affluente del fiume Yangtze nelle province del Sichuan e dello Yunnan, nel sud-ovest della Cina. L'impianto genererà energia utilizzando 16 turbine, ciascuna con una capacità di generazione di 1.000 MW, portando la capacità di generazione a 16.000 MW.¹⁹¹ In termini di capacità di generazione, sarà la seconda più grande centrale idroelettrica del mondo, dopo la Diga delle Tre Gole. Al termine, sarà la terza più grande diga in Cina e la quarta al mondo, in termini di volume di dighe. La costruzione della diga è iniziata nel 2008 e dovrebbe essere completata nel 2021.¹⁹²

Il 13 ° piano quinquennale in Cina per lo sviluppo energetico, che copre il periodo fino al 2020, è stato ufficialmente pubblicato all'inizio di gennaio 2017. Delinea una strategia per ridurre al minimo il ricorso al carbone e raggiungere una quota minima del 15% di energia non fossile: obiettivi specifici includere ulteriori 60 GW di energia idroelettrica. Il piano sottolinea una pianificazione migliore e integrata del sistema energetico cinese al fine di renderlo più efficiente e affidabile. Una importante espansione della trasmissione da est a ovest è una caratteristica chiave di una strategia per portare l'energia idroelettrica dai centri di risorse interne ai centri di carico sulla costa.¹⁹³

Il paese ha ampiamente soddisfatto gli ambiziosi obiettivi stabiliti nel suo piano quinquennale precedente, che copriva il periodo 2011-2015; tuttavia, la capacità di pompaggio idroelettrico al fine di immagazzinare energia non è stata sviluppata a un ritmo così rapido come l'idroelettrico convenzionale. Questa tecnica consente tramite il pompaggio di acqua da un bacino in basso a uno in alto di recuperare l'energia immagazzinata, facendo ripassare l'acqua attraverso una turbina, il cosiddetto hydrostorage. In questo modo

¹⁸⁸ Yunnan University, Department of Geography, University of Hawaii at Manoa
Greater Mekong Subregion Study Center Hydropower Development in China: History and Narratives

¹⁸⁹ International Hydropower Association, China, 2017 report

¹⁹⁰ International Hydropower Association, China, 2017 report

¹⁹¹ 环保部审批金沙江白鹤滩水电站环境影响报告书, 2 Dicembre 2015

¹⁹² China international water & electric corp, Baihetan Hydropower project

¹⁹³ International Hydropower Association, China, 2017 report

si può immagazzinare elettricità a prezzi stracciati, anche meno di 5000 dollari per MWh di capacità, contro il milione delle attuali batterie¹⁹⁴. Con i piani politici messi ora in atto, il nuovo piano si concentra sull'aumento della capacità di pompaggio idroelettrico, con il suo volume totale che rappresenta appena l'1,5% della capacità elettrica installata in Cina all'inizio del 2016. Per ovviare a questa carenza, il paese punta a raggiungere una capacità di pompaggio idroelettrico di 40 GW entro il 2020.¹⁹⁵

Tra le fonti di energia rinnovabile al momento sfruttate da Pechino l'idroelettrica è la più importante e la più sviluppata, in parte anche perché strumentalmente pubblicizzata come protettrice dell'ambiente, altamente sicura ed efficace e con un impatto sociale praticamente nullo. Tuttavia seguenti studi hanno dimostrato che le dighe domestiche in Cina abbiano causato 23 milioni di sfollati e che abbiano influito significativamente sulla disponibilità di acqua e sulla qualità ambientale oltre ad aumentare il rischio di terremoti e inondazioni di certe zone.¹⁹⁶

Ad esempio, la diga delle Tre Gole in Cina - la più grande diga del mondo - ha causato la migrazione forzata di circa due milioni di persone dalle loro case e le ha private dei loro mezzi di sostentamento. Il blocco del fiume Yangtze ha devastato le popolazioni di pesci. L'enorme pressione causata dalla diga ha aumentato la probabilità di terremoti e frane. Bloccando il flusso del fiume, si è inoltre creata una situazione per cui l'acqua nel bacino ristagni per un lungo tempo diminuendone notevolmente la qualità. Infine questa costruzione ha inondato diversi siti culturali distruggendo parte della storia locale.¹⁹⁷

Ovviamente questo è solo il caso più lampante, ma sembra che il governo stia sviluppando qualsiasi forma di energia alternativa al carbone indipendentemente dal costo umano e ambientale che debba affrontare. Se da un lato questo scandalizza e preoccupa la comunità, soprattutto occidentale, dall'altro è un chiaro messaggio che il problema del carbone non verrà e non viene sottovalutato. Tuttavia è necessario capire se la serie di drastiche misure, a volte anche ecologicamente pericolose, intraprese stia funzionando o sia caratterizzata da errori nel sistema che non rendono questi cambiamenti efficaci.

La capacità installata della Cina nell'idroelettrico è impressionante, ma il suo contributo al mix energetico complessivo del paese è molto più modesto. A causa della fretta della costruzione e di altri problemi del settore, le dighe cinesi sono altamente inefficienti, con un fattore di capacità medio del 31%, circa due terzi della media mondiale. Il fattore di capacità si riferisce alla quantità di elettricità prodotta rispetto alla capacità installata¹⁹⁸. E poiché la maggior parte delle nuove centrali idroelettriche saranno costruite in remote regioni

¹⁹⁴ QualEnergia.it, Il futuro dell'accumulo con il pompaggio: l'hydrostorage, 23 Maggio 2016

¹⁹⁵ International Hydropower Association, China, 2017 report

¹⁹⁶ E-International Relations, China Dams the World: The Environmental and Social Impacts of Chinese Dams, 30 Gennaio 2014

¹⁹⁷ Global Citizen, China's a Leader in Hydropower — But at What Cost?, 25 Gennaio 2017

¹⁹⁸ The Diplomat, The Hidden Costs of China's Shift to Hydropower, 29 Luglio 2015

montuose del sud-ovest, l'elettricità deve essere trasferita a distanze considerevoli dai centri di produzione della Cina meridionale, il che significa che molta energia viene persa lungo il percorso.

Secondo alcuni studi La Cina potrebbe sprecare abbastanza energia idroelettrica per alimentare l'Inghilterra e la Germania per un anno, privando inoltre le sue regioni orientali dello smog di enormi quantità di energia pulita a causa di una pianificazione inadeguata e di infrastrutture di rete deboli.¹⁹⁹

Inoltre, considerando la regione dello Yunnan, nel sud della Cina, che è la principale produttrice di energia idroelettrica della nazione, possiamo sottolineare una serie di problemi strutturali all'interno del sistema di energia idroelettrica di Pechino che potrebbero nel futuro applicarsi anche al resto dello stato.

La provincia cinese dello Yunnan è stata dichiarata una "batteria" non solo per la Cina meridionale, ma anche per i vicini a valle del Vietnam, del Laos, della Cambogia e della Thailandia. Tra il 2000 e il 2016, la capacità idroelettrica dello Yunnan è cresciuta più di dieci volte fino a 62 GW, non lontano da Stati Uniti e Canada (~ 79 GW ciascuno) e maggiore di Russia e India (~ 49 GW ciascuno)²⁰⁰. La produzione di elettricità nello Yunnan (262 TWh nel 2015) supera di gran lunga i consumi all'interno della provincia (circa 167 TWh), mentre il resto è esportato principalmente nel Guangdong (93,5 TWh) e nei vicini a valle nel Sud-Est asiatico (1,4 TWh). Yunnan Power Grid ha indicato che ulteriori 95 TWh erano potenzialmente disponibili ma non utilizzati durante quel periodo, una quantità impressionante di energia elettrica sprecata paragonabile all'intera generazione idroelettrica di 105 TWh nel continente sud-est asiatico.²⁰¹

A peggiorare questo possibile spreco si aggiunge il fatto che l'attrattiva dell'idro-Yunnan probabilmente diminuirà come fonte di energia per il Guangdong, dove l'energia nucleare passerà da 6,3 GW a 16,3 GW entro il 2018. Dato l'alto tasso di utilizzo dell'energia nucleare e la mancanza di fluttuazioni stagionali, sarà probabilmente considerato più affidabile e meno rischioso dell'elettricità prodotta da impianti idroelettrici fino a 2000 chilometri di distanza²⁰².

Riguardo all'energia idroelettrica bisogna prendere in considerazione anche il fatto che manutenzione, riduzione, fluttuazioni della domanda e spegnimenti imprevedibili significano che la produzione media di un impianto è sempre inferiore al massimo possibile. Ma ci sono grandi differenze tra le tecnologie. Laddove i fattori di capacità per gli impianti termici potrebbero arrivare fino al 90%, per l'energia idroelettrica si aggira intorno al 40% -50% perché fiumi e dighe hanno usi concorrenti (energia idroelettrica, controllo delle inondazioni, esigenze degli ecosistemi, trasporti, ecc.). Questo ovviamente influisce sulla loro affidabilità

¹⁹⁹ Reuters, Dam waste: planning chaos drains China's hydro ambitions, 7 Giugno 2015

²⁰⁰ TheThirdPole.net, Hydropower boom in China and along Asia's rivers outpaces regional electricity demand, 28 Aprile 2017

²⁰¹ TheThirdPole.net, Hydropower boom in China and along Asia's rivers outpaces regional electricity demand, 28 Aprile 2017

²⁰² TheThirdPole.net, Hydropower boom in China and along Asia's rivers outpaces regional electricity demand, 28 Aprile 2017

come fonti di energia. Molti esperti sono scettici sul fatto che più energia idroelettrica significhi meno carbone. "L'energia idroelettrica non sostituirà mai completamente la potenza termica", sostiene Fan Xiao, geologo e capo ingegnere presso la Geologia del Sichuan e l'ufficio dei minerali. La cosiddetta energia idroelettrica "verde" sta infatti stimolando la costruzione di nuove centrali a carbone nel sud-ovest, afferma Fan. "Poiché il flusso stagionale dei fiumi influisce sull'energia idroelettrica, alcune aree hanno costruito più energia termica per risolvere il problema del picco di carico energetico." Vi sono prove che per ogni nuova diga idroelettrica costruita nel sud-ovest, un ulteriore impianto a carbone viene costruito, spesso come supporto. La provincia di Guizhou ha costruito più capacità di generazione a carbone rispetto all'energia idroelettrica per garantire un approvvigionamento stabile di energia nella stagione secca. Sichuan, Guangxi e Yunnan stanno facendo lo stesso.²⁰³

Infine sostituire il carbone con l'energia idroelettrica può portare aria più pulita per i cittadini della costa orientale, ma ci sarà un alto prezzo ambientale da pagare per le persone che vivono nel sud-ovest più remoto ed ecologicamente fragile, dove almeno l'80% delle nuove dighe sarà costruite. Gli ambientalisti cinesi hanno chiesto un arresto urgente di grandi progetti idroelettrici, sottolineando che il tratto di dighe del paese ha già distrutto ecosistemi fluviali, habitat di pesci e ha sollevato paure sulla sicurezza nelle regioni soggette a terremoti²⁰⁴.

In conclusione è chiaro che sebbene il settore dell'energia idroelettrica sia fondamentale in quanto i vantaggi sono molteplici e notevoli, tuttavia la Cina si trova di fronte ad una forte pressione interna ed esterna riguardo razionalizzare i suoi sforzi in questo campo e sviluppare impianti più sostenibili che non distruggano l'ambiente o che non producano eccessivi sprechi. Inoltre migliorare la sua rete di trasporto di energia elettrica diventa imperativo al fine di limitare gli sprechi. Qualora queste questioni non vengano trattate con la dovuta attenzione e non gli venga data la dovuta priorità ci si potrebbe trovare di fronte ad uno scenario con forti sprechi e pesanti danni ambientali che potrebbero col tempo sorpassare anche quelli dello smog. Diventa quindi un elemento chiave per combattere lo smog e rimpiazzare efficacemente il carbone, lo sviluppo di centrali idroelettriche con determinate caratteristiche e asservite ad uno schema energetico più globale e di ampie vedute in modo da limitare i danni ambientali ed essere efficacemente sfruttabile.

5.3) ENERGIA SOLARE

L'energia solare è divenuta negli ultimi anni il protagonista assoluto tra le fonti di energia rinnovabili sviluppati in Cina. La Cina è il mercato più grande del mondo sia per il fotovoltaico che per l'energia solare termica. Dal 2013 la Cina è stata il principale installatore al mondo di solare fotovoltaico (PV). Nel 2015, la

²⁰³ The Diplomat, The Hidden Costs of China's Shift to Hydropower, 29 Luglio 2015

²⁰⁴ The Diplomat, The Hidden Costs of China's Shift to Hydropower, 29 Luglio 2015

Cina è diventata il maggior produttore mondiale di energia fotovoltaica, superando di poco la Germania²⁰⁵²⁰⁶. Entro la fine del 2016, la capacità totale del fotovoltaico era aumentata a oltre 77,4 GW²⁰⁷, e nel 2017 la Cina è stata il primo paese a superare i 100 GW di capacità fotovoltaica installata cumulativa²⁰⁸. A partire da maggio 2018, la Cina detiene il record per il più grande progetto solare operativo nel suo progetto da 1.547 MW a Tengger²⁰⁹. Il contributo alla produzione totale di energia elettrica rimane modesto²¹⁰ in quanto il fattore di capacità medio delle centrali solari è relativamente basso, con una media del 17%. Dei 6.412 TWh di elettricità prodotta in Cina nel 2017, 118,2 TWh sono stati generati da energia solare, pari all'1,84% della produzione totale di elettricità²¹¹. L'obiettivo per il 2050 è di raggiungere 1.300 GW di capacità solare. Se questo obiettivo dovesse essere raggiunto, sarebbe la fonte con la più grande capacità installata in Cina. Anche l'energia solare prodotta sull'acqua è ampiamente sviluppata, con una capacità totale installata di 290 GWth alla fine del 2014, che rappresenta circa il 70% della capacità termica solare installata totale del mondo.²¹²

La Cina ha dunque compiuto passi da gigante nello sviluppo e nell'installazione di pannelli solari, addirittura ha già superato gli obiettivi di capacità solare, con oltre tre anni di anticipo. Entro la fine del 2020, il paese sperava di vedere 105 gigawatt di pannelli solari installati. A partire dal luglio del 2017, hanno già raggiunto il totale di 112,34 gigawatt.²¹³

Questi dati fanno ben sperare e l'incredibile capacità della Cina di raggiungere, se non superare i suoi obiettivi quinquennali ci fanno capire la serietà con cui Pechino sta affrontando il problema dell'inquinamento e la necessità di rimpiazzare al più presto il carbone come fonte energetica.

Tuttavia a fronte di questa immensa mole di pannelli solari installati sorgono diversi problemi. Un nuovo studio di Environmental Progress (EP) avverte che i rifiuti tossici provenienti dai pannelli solari usati rappresentano oggi una minaccia ambientale globale. Il gruppo di Berkeley ha scoperto che i pannelli solari generano 300 volte più rifiuti tossici per unità di energia rispetto alle centrali nucleari. I pannelli solari scartati, che contengono elementi pericolosi come piombo, cromo e cadmio, si stanno accumulando in tutto il mondo, e c'è stato poco da fare per mitigare il loro potenziale pericolo per l'ambiente.²¹⁴ I pannelli solari sono considerati una forma di elettronica tossica o pericolosa o "rifiuti elettronici", e secondo i ricercatori del EP

²⁰⁵ Clean Technica, China Overtakes Germany To Become World's Leading Solar PV Country, 22 Gennaio 2016

²⁰⁶ Reuters, China's solar capacity overtakes Germany in 2015, industry data show, 21 Gennaio 2016

²⁰⁷ Reuters, China's solar power capacity more than doubles in 2016, 4 Febbraio 2017

²⁰⁸ Bloomberg, China Is Adding Solar Power at a Record Pace, 19 Luglio 2017

²⁰⁹ Institute for Energy Economics and Financial Analysis, IEEFA Report: Advances in Solar Energy Accelerate Global Shift in Electricity Generation, 21 Maggio 2018

²¹⁰ Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, Renewables 2016 Global Status Report,

²¹¹ China Energy Portal | 中国能源门户 Tracking China's transition to sustainable energy, 6 Febbraio 2018

²¹² Environmental Development volume 20, China's renewable energy goals by 2050, Novembre 2016

²¹³ Green Matter, China Already Exceeded Their 2020 Goal For Solar Energy Capacity, Agosto 2017

²¹⁴ National Review, A Clean Energy's Dirty Little Secret, 28 Giugno 2017

Jemin Desai e Mark Nelson, gli spazzini nei paesi in via di sviluppo come l'India e la Cina spesso "bruciano i rifiuti elettronici per recuperare il prezioso fili di rame per la rivendita. Poiché questo processo richiede la combustione di plastica, il fumo risultante contiene fumi tossici che sono cancerogeni e teratogeni (causa di difetti alla nascita) quando inalato. "²¹⁵

Secondo i ricercatori di Northwestern University e United States Department of Energy's Argonne National Laboratory che hanno esaminato l'utilizzo di energia nella produzione di pannelli solari. La loro analisi ha compreso i costi in ogni fase della produzione, tra cui l'estrazione di materie prime, il trasporto e l'alimentazione elettrica della fabbrica. Secondo i loro studi il costo ambientale dei pannelli solari realizzati in Cina è circa il doppio rispetto a quelli realizzati in Europa o in America.²¹⁶ Questo ovviamente significa che più pannelli vengono prodotti più l'impatto ambientale nel breve periodo è pesante perché ci vorrà del tempo prima che i pannelli possano mitigare la situazione creata dal loro costo ambientale. Inoltre pare che alcuni produttori in Cina abbiano iniziato ad abbandonare e depositare i rifiuti, derivanti dalla costruzione dei pannelli solari, nelle zone rurali o nei villaggi lontani in modo da abbassare i costi di produzione.²¹⁷ Infine il governo cinese non sembra affatto preparato a gestire l'immensa mole di pannelli solari che inevitabilmente invecchieranno nel corso degli anni. La durata della vita di un pannello varia da 20 a 30 anni, a seconda dell'ambiente in cui vengono utilizzati, secondo il Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti. Le alte temperature possono accelerare il processo di invecchiamento delle celle solari, mentre altri fattori negativi, come il peso della neve o le tempeste di sabbia, possono causare affaticamento del materiale sulla superficie e circuiti elettrici interni, riducendo progressivamente la potenza del pannello. Lu Fang, segretario generale della decisione sul fotovoltaico della China Renewable Energy Society, ha scritto in un articolo che circola sui social media cinese che la capacità cumulativa del paese di pannelli in pensione raggiungerebbe fino a 70 gigawatt (GW) entro il 2034. Questo è tre volte la capacità della diga delle tre gole, il più grande progetto idroelettrico del mondo, per la produzione di energia. Nel 2050 questi pannelli di rifiuti sommerebbero fino a 20 milioni di tonnellate. Tian Min, direttore generale di Nanjing Fangrun Materials, una società di riciclaggio nella provincia di Jiangsu che raccoglie pannelli solari in pensione, ha detto che l'industria dell'energia solare è una bomba a orologeria. "Esploderà con piena forza in due o tre decenni e distruggerà l'ambiente, se la stima è corretta", ha detto. "Si tratta di un'enorme quantità di rifiuti e non sono facili da riciclare", ha aggiunto Tian.²¹⁸

Il problema più significativo che ha impedito il pieno sfruttamento dell'energia solare in Cina è stato quello che è noto come "curtailment": il rifiuto da parte degli operatori di rete cinesi di una parte dell'elettricità generata dagli impianti fotovoltaici. In alcuni casi il rifiuto deriva dal fatto che la rete elettrica non è riuscita

²¹⁵ National Review, A Clean Energy's Dirty Little Secret, 28 Giugno 2017

²¹⁶ Sinosphere, China's Solar Panel Production Comes at a Dirty Cost, 2 Giugno 2014

²¹⁷ Worldwatch Institute, The Dirty Side of a "Green" Industry, 14 Giugno 2018

²¹⁸ South China Morning Post, China's ageing solar panels are going to be a big environmental problem, 30 Luglio 2017

ad espandersi abbastanza da contenere la potenza aggiunta da nuovi impianti solari. In alcuni casi deriva dal fatto che la domanda di energia in una data regione non è sufficientemente estesa da utilizzare la potenza aggiunta da nuove installazioni solari. La riduzione tende a verificarsi soprattutto nel pomeriggio, quando il sole splende più luminoso. L'interruzione tipicamente diventa un problema tanto grande quanto su quella griglia aumenta la capacità di energia solare connessa alla rete. Il posizionamento degli impianti che producono energia solare della Cina è concentrato in modo schiacciante in una manciata di province, molte delle quali situate in zone rurali lontane dai centri abitati che necessitano di elettricità e in aree in cui lo sviluppo della trasmissione non ha tenuto il passo con lo sviluppo delle energie rinnovabili e la capacità di stoccaggio è scarsa. In alcune di queste province, in particolare Gansu, Xinjiang e Jilin, i tassi di riduzione del solare si sono avvicinati al 30%²¹⁹. La riduzione è diventata un problema particolare nel 2014, quando due forze indipendenti sono state messe in moto. Da un lato, la nuova tariffa incentivante del paese spingeva le aziende a costruire progetti solari a un ritmo febbrile. D'altra parte, l'economia cinese stava rallentando, il che significava che la domanda di energia si stava appiattendendo in alcune parti del paese e in realtà diminuiva in altre. A livello nazionale, la domanda di elettricità cinese è cresciuta meno dell'1% nel 2015, in calo rispetto ai tassi di crescita annuali del 5% o più di qualche anno prima.²²⁰

Considerando la grande quantità di energia solare che la Cina è in grado di produrre, diventa essenziale, al fine di sfruttare questa capacità energetica, che il governo cinese diventi più efficiente nel modo in cui spende il suo capitale per lo sfruttamento e lo sviluppo di questo genere di forma di energia. Lo sviluppo di strumenti di trasporto di energia solare più efficienti, attraverso la politica del governo e attraverso meccanismi di investimento privati, rappresenta l'ultima e forse la fase più innovativa dello sforzo di sviluppo in Cina. Inoltre, la necessità di sviluppare politiche che controllino la qualità della produzione nonché l'eventuale recupero e smaltimento del prodotto, sono altrettanto necessarie al fine di non vanificare lo sforzo fatto dal paese nei confronti di migliorare la propria qualità dell'aria e proteggere l'ambiente.

5.4) ENERGIA EOLICA

La Cina è il leader mondiale nella generazione di energia eolica, con la più grande capacità installata di qualsiasi nazione e una continua crescita rapida nelle nuove installazioni eoliche. Con la sua grande dimensione e la lunga costa, la Cina ha risorse eoliche eccezionali: si stima che la Cina abbia circa 2.380 gigawatt (GW) di capacità sfruttabile a terra e 200 GW in mare²²¹. Si prevede che la Cina abbia 250 GW di capacità eolica entro il 2020 come parte dell'impegno del governo a produrre il 15 per cento di tutta l'elettricità da risorse rinnovabili entro quell'anno²²². Il governo cinese ha definito una road map per l'energia eolica fino al 2050. Gli obiettivi di capacità eolica sono di raggiungere 400 GW entro il 2030 e 1.000 GW entro

²¹⁹ Stanford Steyer- Taylor Center for Energy Policy and Finance, THE NEW SOLAR SYSTEM, Marzo 2017

²²⁰ Stanford Steyer- Taylor Center for Energy Policy and Finance, THE NEW SOLAR SYSTEM, Marzo 2017

²²¹ Wind Power, China Wind provides 1.5% of China's electricity, 5 Dicembre 2011

²²² Scientific American, China Blows Past the U.S. in Wind Power, 2 Febbraio 2016

il 2050²²³. La Cina ha identificato l'energia eolica come una componente chiave della crescita dell'economia del paese. I ricercatori di Harvard e della Tsinghua University hanno scoperto che la Cina potrebbe soddisfare tutte le loro richieste di elettricità dall'energia eolica fino al 2030²²⁴. In seguito però questo studio è stato ridimensionato in quanto sembra che entro il 2030 l'eolico possa soddisfare solo fino ad un quarto del fabbisogno energetico cinese²²⁵.

La Cina ha fissato un obiettivo ambizioso di 5 GW di capacità eolica offshore installata entro il 2015 e 30 GW entro il 2020²²⁶. Nel maggio 2014, la capacità totale di energia eolica offshore in Cina era di 565 MW²²⁷, che ha portato a circa 900 MW nel 2015, meno di un quinto degli obiettivi previsti²²⁸. Le installazioni sono aumentate notevolmente nel 2016, con 592 MW di potenza eolica offshore schierati, posizionandosi al terzo posto nel mondo dietro a Germania e Paesi Bassi²²⁹. Entro la fine del 2016, la capacità totale cumulativa di energia eolica offshore nel paese era di 1,9 GW²³⁰. Lo sviluppo dell'eolico offshore a un ritmo più lento in Cina è dovuto principalmente alla mancanza di esperienza dei produttori di turbine nazionali nel settore.

Tuttavia, in pratica, l'uso dell'energia eolica in Cina non ha sempre tenuto il passo con la notevole costruzione di energia eolica nel paese, nel 2014 circa un quinto del potenziale di energia elettrica non è stato utilizzato a causa dei vincoli di rete²³¹.

I risultati suggeriscono che le principali sfide dell'energia eolica in Cina riguardano la qualità inferiore della turbina, i collegamenti malfunzionanti con la rete di distribuzione e gli operatori della rete che non trasmettono l'energia eolica agli utenti a favore di altre fonti energetiche, come il carbone. Questi problemi sono in grado di intaccare in modo sostanziale la produzione di elettricità eolica in Cina. I ricercatori hanno notato che nel 2012 l'elettricità generata dal vento in Cina era di 39,3 terawattora in meno rispetto a quella degli Stati Uniti. Questa quantità è più grande della quantità totale di energia eolica generata nel Regno Unito nel 2015.²³² Ad esempio l'impianto di produzione di energia eolica di Jiuquan in Gansu, uno dei più grandi al mondo con 7000 turbine operative, si trova in una situazione in cui a volte fino al 60 % delle turbine resta inattivo in quanto l'energia non può essere trasmessa o non viene comprata.²³³ Inoltre un altro problema degli stabilimenti cinesi è quello di mancare di efficienza, questo avviene a causa di diversi motivi come: la localizzazione degli impianti, il tipo di turbina utilizzato, l'altezza scelta per la turbina, inefficienza nella

²²³ International Energy Agency, China Wind Energy Development Roadmap 2050, Ottobre 2011

²²⁴ Ecogeek.org, China Could Replace Coal with Wind, 16 Settembre 2009

²²⁵ The Guardian, China to generate a quarter of electricity from wind power by 2030, 20 Giugno 2016

²²⁶ Carbon Trust, Detailed appraisal of the offshore wind industry in China

²²⁷ Carbon Trust, Offshore Wind in China - Sharing the UK's policy experience, Maggio 2014

²²⁸ Carbon Trust, Detailed appraisal of the offshore wind industry in China

²²⁹ Brink Asia, China Leads Global Wind Power Installation in 2016, 16 Febbraio 2017

²³⁰ Bloomberg, China Can Expect a Surge in Offshore Wind Farms, Goldwind Says, 11 Gennaio 2017

²³¹ Renewables First, A fifth of China's wind output wasted on curtailment, 18 Maggio 2015

²³² The Washington Post, Why China is having so many problems ramping up wind power, 23 Maggio 2016

²³³ The New York Time, It Can Power a Small Nation. But This Wind Farm in China Is Mostly Idle, 15 Gennaio 2017

gestione dell'impianto e ovviamente l'assenza di un corretto collegamento alla rete di distribuzione o il rifiuto dell'energia prodotta. A causa di questi motivi guardando la produzione totale, i parchi eolici cinesi hanno prodotto 410,6 TWh di energia dal 2006-2013, ma in questo periodo avrebbero potuto produrre un totale di 1345,0 TWh se le gli impianti e le turbine fossero state installate e gestite alla massima efficienza tecnica.²³⁴

Il "curtailment" o limitazione è emersa come un problema significativo anche per questo tipo di energia, con le società di rete che limitano frequentemente l'energia eolica quando le reti locali non sono in grado di ospitare tutta l'elettricità in arrivo o di trasmettere facilmente l'eccedenza di elettricità alle reti adiacenti. I rapporti suggeriscono che la riduzione su larga scala è stata osservata per la prima volta in Mongolia Interna nel 2009 e si è diffusa a livello nazionale nel 2010. Le percentuali sono successivamente aumentate fino al 2012 prima di diminuire nel 2013 e 2014, per poi aumentare nuovamente nella prima metà del 2015. Misurare la riduzione è difficile in quanto, una volta rallentate o fermate le turbine, è difficile ricostruire quale sarebbe stata la produzione di energia eolica. Tuttavia, le stime suggeriscono che le perdite associate all'energia eolica sono aumentate dal 7% nel 2010 al 14% nel 2011 e al 17% nel 2012, prima di scendere al 10% nel 2013 e all'8% nel 2014. I dati della prima metà del 2015 indicano un aumento del 15,2% con otto province con tassi di riduzione del vento superiori al 10%²³⁵.

Anche in questo caso vediamo come il potenziale sia enorme e la capacità di produzione di energia eolica stia raggiungendo livelli molto importanti, tuttavia la mancanza di un'attenta pianificazione vanifica in gran parte gli sforzi di Pechino di sostituire il carbone con l'energia eolica. Infatti viene data troppa importanza all'installazione di nuovi parchi eolici piuttosto che ha un corretto sfruttamento di quelli esistenti o un miglioramento della rete di trasmissione dell'energia. Inoltre servirebbero politiche più mirate al fine di cercare di favorire ulteriormente l'utilizzo dell'energia eolica a scapito del carbone.

5.5) PROBLEMI DELLE ENERGIE RINNOVABILI

La Cina dimostra di volere cambiare, gli investimenti e i progetti portati avanti sono una prova della volontà del governo cinese e del suo essere conscio del problema delle emissioni di CO2 e dell'insostenibilità della situazione. Tuttavia questi progetti risultano essere sviluppati troppo in fretta e senza una corretta pianificazione finendo col generare situazioni che risultano problematiche.

I generatori di energia rinnovabile affrontano i peggiori tassi di "curtailment" nel mondo, con il coefficiente di riduzione media nazionale nel 2016 al 17% per l'eolico²³⁶ e al 10% per il solare²³⁷; inoltre l'energia ottenuta

²³⁴ IOPscience, Why is China's wind power generation not living up to its potential?, 19 Marzo 2018

²³⁵ The International Institute for Sustainable Development, Wind Power in China: A cautionary tale, 2016

²³⁶ Reuters, China renewable power waste worsens in 2016 – Greenpeace, 19 Aprile 2017

²³⁷ Stanford Steyer- Taylor Center for Energy Policy and Finance, THE NEW SOLAR SYSTEM, Marzo 2017

da fonti idroelettriche ha un fattore di capacità medio di 31% (quantità di elettricità prodotta rispetto alla capacità installata) cioè due terzi della media mondiale.²³⁸

Secondo i dati, nel 2016 solo quattro province e città costiere, Pechino, Jiangsu, Shanghai e Guangdong, hanno mostrato deficit nella fornitura di energia elettrica e si trattava di piccoli deficit. Le altre province invece hanno avuto risultati molto diversi. La Mongolia Interna si distingue come il mercato elettrico provinciale più sovraffollato in Cina, con 75 GW di capacità disponibile rispetto a solo 20 GW di picco di domanda²³⁹. Inoltre maggior parte delle province che affrontano una grave sovra capacità si trovano nell'entroterra, in particolare nello Xinjiang, nel Gansu, nel Sichuan e nello Yunnan, dove le risorse rinnovabili (eolica, solare e idroelettrica) sono le più abbondanti.

In Cina, c'è un disallineamento geografico tra le aree ricche di risorse di generazione e i centri di carico. I primi si trovano nelle regioni settentrionali e il secondo nelle province costiere orientali. Oltre il 70% dei progetti eolici e solari su larga scala della Cina sono stati installati nelle regioni settentrionali ricche di risorse²⁴⁰, che presentano una bassa domanda di elettricità e una bassa capacità di esportazione. Oltre a questo le regioni forti di risorse eoliche e solari sono anche abbondanti nel carbone. Più della metà delle riserve di carbone della Cina si trovano nella Mongolia Interna e nello Shanxi. Entrambe le province sono anche regioni chiave per le risorse solari ed eoliche. A causa dell'eccesso di offerta di energia elettrica rispetto alla domanda locale, le regioni settentrionali ricche di risorse devono esportare l'elettricità rinnovabile e termica in altre regioni. Tuttavia, la costruzione della capacità di trasmissione interregionale in Cina è rimasta costantemente indietro rispetto alla crescita delle attività di generazione. Proprio questa mancanza di linee di trasmissione per esportare energia dalle mega-basi dell'energia rinnovabile è stata la principale causa della riduzione delle energie rinnovabili in passato.

²³⁸ The Diplomat, The Hidden Costs of China's Shift to Hydropower, 29 Luglio 2015

²³⁹ Bloomberg New Energy Finance, China's Renewables Curtailment and Coal Assets Risk Map, 25 Ottobre 2017

²⁴⁰ The Lantau Group, Has Wind and Solar Curtailment Peaked In China,

Immagine 5.2 - Capacità energetica disponibile in GW rispetto al picco di domanda richiesto nel 2016

(fonte: Bloomberg New Energy Finance)



Nel tentativo di far fronte a questa mancanza la rete elettrica statale ha confermato che 12 linee per la trasmissione di elettricità da ovest a est hanno ottenuto l'approvazione statale. Queste includono quattro linee a corrente alternata ad altissima tensione (EHV), cinque linee EHV a corrente continua (CC) e tre linee di trasmissione da 500 kV. Secondo gli studi di fattibilità, ciascuna linea DC richiede un investimento di 25-33 miliardi di CNY (\$ 4-5,3 miliardi) e ogni linea AC ammonta a 36 miliardi di CNY.²⁴¹

La mancanza di flessibilità del sistema di alimentazione è la principale barriera tecnica che ostacola il pieno utilizzo di fonti rinnovabili, mentre il power mix della Cina è dominato dal carbone, che ha una flessibilità limitata per ridurre la produzione. Un mercato di servizi ausiliari non è disponibile. I generatori cinesi sono pagati a prezzi regolamentati che non fluttuano nell'arco della giornata o rispondono ai segnali di domanda e offerta. Di conseguenza, i generatori di energia mancano di incentivi finanziari per migliorare le loro capacità di caricamento. Inoltre, l'area di bilanciamento del mercato energetico della Cina è tipicamente a livello provinciale. Data la piccola area di interesse questa situazione può significare che la riduzione delle energie rinnovabili si verifica in maniera indipendente da un quadro complessivo. L'interconnessione può fornire flessibilità per il funzionamento del sistema di alimentazione elettrica. Tuttavia, la trasmissione

²⁴¹ Wind Power, Curtailment solutions boost confidence in China, 30 Settembre 2014

elettrica interprovinciale della Cina assume normalmente la forma di contratti bilaterali fissi e ciò non giova alla flessibilità complessiva del sistema di alimentazione.²⁴²

Per promuovere un funzionamento più efficiente del dispacciamento dell'energia, il governo ha iniziato a dirigere un nuovo ciclo di riforme da marzo 2015, con l'obiettivo di stabilire un meccanismo basato sul mercato per determinare i volumi e i prezzi per i mercati all'ingrosso. Per promuovere l'integrazione della rete di energia eolica e solare, la NEA (National Energy Association) ha lanciato un'altra politica che consiste nell'invio minimo garantito di energie rinnovabili, garantisce le ore di utilizzo minimo per le risorse eoliche e solari in varie province, nel tentativo di risolvere i problemi di "curtailment". Al fine di scoraggiare gli investimenti eccessivi nella nuova capacità eolica, solare e idroelettrica nelle province tormentate da una severa riduzione, la NEA ha anche annunciato un nuovo sistema metrico di rischio dell'investimento per guidare i regolatori provinciali e gli sviluppatori di progetti. Sempre con la stessa ottica, per controllare gli investimenti eccessivi nella capacità di carbone, la NEA ha annunciato un analogo sistema metrico per il rischio di investimento. Questo alloca diverse soglie di rischio di investimento per la nuova capacità di carbone pianificata in ogni provincia.²⁴³

Riguardo invece l'idroelettrico il problema non sta solo nell'efficienza della produzione o della rete di trasmissione, ma nella pianificazione dell'impianto stesso. I progetti idroelettrici infatti, potrebbero addirittura peggiorare l'effetto del riscaldamento globale, a causa del metano che è un gas a effetto serra ancora più potente del biossido di carbonio perché intrappola il calore con un impatto significativamente maggiore rispetto al biossido di carbonio. Il problema del metano sta nel fatto che il è prodotto da piante e animali che marciscono sott'acqua e quando l'acqua passa attraverso le turbine idroelettriche, il metano viene rilasciato nell'atmosfera. Considerando il piano della Cina che include il raddoppio della quantità di energia ottenuta dall'idroelettrico, ciò potrebbe significare un significativo aumento delle emissioni di metano, secondo alcuni esperti dell'8% circa²⁴⁴. Il pericolo di emissioni di metano, erosioni, peggioramento della qualità dell'acqua e frane deve essere considerato seriamente in tutti i futuri progetti idroelettrici in Cina, soprattutto per scongiurare il ripetersi di alcuni scenari già avveratisi, come la diga delle tre gole. Infatti la costruzione di altre enormi dighe idroelettriche potrebbero causare più problemi che benefici reali.

Pechino è cosciente di questi problemi di "curtailment" e di forte impatto ambientale, ma il trend di investimenti continua a prediligere la costruzione di nuovi impianti piuttosto che migliorare l'efficienza del sistema presente. Tuttavia proprio riguardo questo la NEA ha annunciato che saranno prese ulteriori misure per limitare gli sprechi dell'energia proveniente da impianti eolici, solari e idroelettrici. La NEA ha dichiarato che il tasso di utilizzo delle centrali idroelettriche nelle province sudoccidentali dello Yunnan e del Sichuan

²⁴² Bloomberg New Energy Finance, China's Renewables Curtailment and Coal Assets Risk Map, 25 Ottobre 2017

²⁴³ Bloomberg New Energy Finance, China's Renewables Curtailment and Coal Assets Risk Map, 25 Ottobre 2017

²⁴⁴ Our Energy, China – hydropower as the right solution?, 11 Ottobre 2015

dovrebbe raggiungere il 90% entro il 2017. Si aspetta che il tasso di “curtailment” dell’energia eolica scenda di circa il 30% nelle province nord-occidentali di Gansu e Xinjiang e del 20% circa nelle regioni nord-orientale di Jilin, Heilongjiang e Inner Mongolia nel 2017. Riguardo il solare, nelle province di Gansu e dello Xinjiang, il “curtailment” dovrebbe essere controllato al di sotto di circa il 20% e nello Shaanxi e nel Qinghai a meno del 10% nel 2017.²⁴⁵

²⁴⁵ World Economic Forum, How China is stopping renewable energy being wasted, 16 Novembre 2017

6) ALTRI TIPI DI ENERGIA

Oltre alle energie rinnovabili, altri tipi di energia restano valide alternative, in termini di riduzione di CO₂, rispetto al carbone: gas naturale e il nucleare. In questo capitolo non prenderemo in considerazione il petrolio, non perché non rappresenti una riduzione nell'emissione di CO₂, ma perché è comunque considerato una forma di energia inquinante che qualora utilizzata ampiamente rappresenterebbe un problema per l'ambiente piuttosto che una soluzione.

6.1) IL NUCLEARE

Le prime due centrali nucleari nella Cina continentale erano a Daya Bay, vicino a Hong Kong e Qinshan, a sud di Shanghai, la cui costruzione partì alla metà degli anni '80²⁴⁶. L'espansione nucleare della Cina è iniziata con il Decimo piano economico della Commissione nazionale per lo sviluppo e la riforma per gli anni 2001-2005. Incorporò la costruzione di otto centrali nucleari, sebbene la durata dei contratti fosse estesa, mettendo gli ultimi due progetti nell'undicesimo piano. L'undicesimo piano economico per gli anni 2006-2010 ha fissato obiettivi ancora più ambiziosi rispetto al decimo per la costruzione di nuove centrali nucleari e ha segnato uno spartiacque nell'impegno della Cina per lo sviluppo e l'utilizzo di reattori più moderni, come nello stabilimento di Sanmen nella provincia di Zhejiang e lo stabilimento di Haiyang nello Shandong²⁴⁷. Anche l'11° piano quinquennale (2006-2010) aveva obiettivi ambientali più rigidi rispetto a prima, compresa una riduzione del 20% della quantità di energia richiesta per unità di PIL, ovvero una riduzione del 4% all'anno. Nel 2007, è stato annunciato che tre delle società statali erano state autorizzate dalla NNSA a possedere e gestire centrali nucleari: CNNC, CGN e China Power Investment Corporation (CPI, ora SPIC). Qualsiasi altra società pubblica o privata deve avere quote di minoranza (fino al 25%) in nuovi progetti, il che si è rivelato un severo limite alle ambizioni delle principali aziende di servizi energetici del paese (tra cui Huaneng, Huadian, Datang e Guodian), che hanno tutti dovuto istituire sussidiarie nucleari o partecipare a progetti nucleari²⁴⁸. Dopo otto anni di esperienza come partner minori nella costruzione e nella gestione di impianti nucleari, questi possono detenere una quota pari o superiore al 25%. Oggi Huaneng ha il 49% a Changjiang, Datang ha il 44% a Ningde, Huadian ha il 39% a Fuqing e Guodian il 5% a Haiyang e il 49% a Zhangzhou. Il dodicesimo piano quinquennale (2011-2015) comprendeva l'inizio della costruzione nella seconda fase di Tianwan, Hongyanhe, Sanmen e Haiyang, nonché la fase I dei siti interni: Taohuajiang, Xianning e Pengze. Entro la fine del dodicesimo piano quinquennale sono stati programmati circa 25 GWe di nuova capacità, con circa 40 GWe, e 45 GWe in più potrebbero essere aggiunti entro la fine del 13° piano quinquennale. Il dodicesimo piano scientifico e tecnologico della durata di cinque anni, pubblicato a luglio 2011, ha richiesto la costruzione di un impianto dimostrativo CAP-1400 per la connessione alla rete nel 2015 e la dimostrazione

²⁴⁶ Nuclear Power in China, Luglio 2018

²⁴⁷ World Nuclear News, Maintain nuclear perspective, China told, 11 Gennaio 2011

²⁴⁸ Nuclear Power in China, Luglio 2018

HTR-PM di iniziare le operazioni di collaudo a Shidaowan prima del 2015²⁴⁹. Tuttavia, i lavori di costruzione sono stati ritardati in seguito all'incidente di Fukushima e tutte le centrali interne sono state messe in attesa. Più di 16 province, regioni e comuni hanno annunciato l'intenzione di costruire centrali nucleari nel 12 ° piano quinquennale 2011-15. in modo che le centrali nucleari fossero operative o in costruzione in tutte le province costiere, tranne Hebei.²⁵⁰ Le Province hanno elaborato proposte solide entro il 2008 e le hanno sottoposte alla Commissione nazionale per lo sviluppo e la riforma (NDRC) del governo centrale per l'approvazione nel 2009. L'esame del NRDC avviene tramite la nuova Amministrazione nazionale dell'energia (NEA)²⁵¹.

A partire da marzo 2018, la Repubblica popolare cinese ha 38 reattori nucleari che funzionano con una capacità di 34,5 GW e 18 in costruzione con una capacità di 21 GW²⁵². Sono previsti reattori aggiuntivi, che forniscono 58 GW di capacità entro il 2020.²⁵³ L'energia nucleare ha contribuito al 3% della produzione totale nel 2015, con 170 TWh, ed è stata la fonte di energia a più rapida crescita, con una crescita del 29% rispetto al 2014.²⁵⁴ La produzione nucleare è nuovamente aumentata nel 2016 a 213 TWh, un aumento del 25%, e nel 2017 a 246 TWh, un aumento del 15%²⁵⁵. La Cina è al quarto posto nel mondo per la capacità totale di energia nucleare installata e la terza per l'energia nucleare generata. A causa delle crescenti preoccupazioni in merito alla qualità dell'aria, ai cambiamenti climatici e alla carenza di combustibili fossili, l'energia nucleare è stata considerata un'alternativa al carbone. La Commissione nazionale cinese per lo sviluppo e la riforma ha indicato l'intenzione di aumentare la percentuale di elettricità prodotta dalla Cina per il nucleare dall'attuale 2% al 6% entro il 2020.²⁵⁶

6.2) GAS NATURALE

Tra il 2000 e il 2014, il consumo annuo totale di gas naturale è aumentato da 25,3 a 185,5 miliardi di metri cubi²⁵⁷. Gli analisti del settore dell'energia sono molto ottimisti riguardo alla domanda di gas della Cina. L'IEA ha previsto che la domanda di gas della Cina nel 2019 raggiungerà i 315 miliardi di metri cubi²⁵⁸. Basata su questa proiezione, L'IEA ritiene che l'età d'oro del gas naturale si estenderà alla Cina nei prossimi cinque anni. Anche i responsabili politici cinesi sono molto ottimisti sulla crescita della domanda di gas: hanno inizialmente previsto 230 miliardi di metri cubi entro il 2015 e hanno quindi previsto una domanda di 360 miliardi di metri cubi entro il 2020, che comporterebbe un aumento del 7,5% e del 10% del gas della domanda totale di energia,

²⁴⁹ Nuclear Power in China, Luglio 2018

²⁵⁰ Nuclear Power in China, Luglio 2018

²⁵¹ INTERNATIONAL ENERGY OUTLOOK 2018

²⁵² Nuclear Power in China, Luglio 2018

²⁵³ World Nuclear News, Start-up nearing for Chinese units, 25 March 2014

²⁵⁴ Nuclear Power in China, Luglio 2018

²⁵⁵ CredibleCarbon, More nuclear power in China

²⁵⁶ Reuters, China's total nuclear capacity seen at 120-150 GW by 2030 – CGN, 14 Marzo 2016

²⁵⁷ U.S. Energy Information and Administration, Natural gas serves a small, but growing, portion of China's total energy demand, 18 Agosto 2018

²⁵⁸ The National Bureau of Asian Research, The Outlook for a Chinese Pivot to Gas, 24 Luglio 2014

rispettivamente²⁵⁹. Questa crescente domanda è importante per il mercato globale del gas. Nel 2013, la domanda di gas della Cina è aumentata del 13,3%, che rappresenta la metà dell'aumento del gas domanda nel mondo. Le proiezioni IEA mostrano che la Cina rappresenterà il 30% dell'aumento della domanda del gas tra il 2014 e il 2019. Sebbene la diminuzione del tasso di crescita annuale dal 13,9% nel 2013 l'8,3% nel 2014 sia stato un grande shock per i fornitori di gas globali che stanno prendendo di mira il mercato del gas cinese e che sperano di beneficiare della sua potenziale "Golden Age".²⁶⁰ Si prevede ancora che la domanda di gas della Cina raddoppierà tra il 2014 e il 2020 con un anno tasso di crescita del 10% superiore al tasso di crescita osservato nel 2014. Tuttavia per raggiungere un obiettivo di domanda di oltre 300 miliardi di metri cubi entro il 2020, la Cina deve aumentare il proprio consumo di gas di almeno 20 miliardi di metri cubi all'anno in media tra il 2015 e il 2020. Nonostante una crescita media annua dell'11,8% tra il 2000 e il 2014, la produzione interna di gas dal 2006 non è stata in grado di mantenere ritmo con il consumo. Nel 2014, la produzione di gas domestico, principalmente dai tre bacini del gas - Tarim, Ordos e Sichuan - hanno raggiunto 134,5 miliardi di metri cubi²⁶¹.

Nell'Aprile del 2017 il consumo di gas è stato del 22% più alto del mese precedente e queste figure fanno ben sperare il governo cinese, il quale spera di vedere il gas coprire per il 2020 circa il 10% del suo fabbisogno energetico²⁶². Ovviamente queste chance aumentano grazie a politiche mirate a importare grandi quantità di gas: Cina e America sono arrivati a stipulare un contratto tramite cui l'America fornirà Pechino con ingenti quantità di Liquefied Natural Gas di cui gli USA sono il principale produttore mondiale.²⁶³ Nel suo rapporto "Gas 2018", l'AIE ha detto che la domanda cinese di gas naturale aumenterà di quasi il 60% tra il 2017 e il 2023 per un totale di 376 miliardi di metri cubi, compreso un aumento delle importazioni di gas naturale liquefatto a 93 miliardi di metri cubi entro il 2023 da 51 bcm del 2018²⁶⁴. Le importazioni di gas naturale super-refrigerato a forma liquida (GNL) saliranno a 505 miliardi di metri cubi entro il 2023 da 391 miliardi di metri cubi del 2017, compresi gli acquisti supplementari della Cina²⁶⁵. L'IEA prevede politiche di qualità dell'aria forti per continuare a guidare la domanda della Cina, anche se ad un ritmo più lento rispetto allo scorso anno, verso il paese che diventa il più grande importatore di gas naturale entro il 2019. La Cina dovrà espandere la capacità di stoccaggio del gas per soddisfare le crescenti esigenze stagionali durante gli inverni, secondo l'AIE. La Cina ha circa 10 miliardi di metri cubi di spazio di stoccaggio, pari a circa il 4% della sua domanda annuale. La Germania e l'Italia, altri due paesi con un'alta dipendenza dalle importazioni, hanno

²⁵⁹ Oxford Institute for Energy Studies, Natural gas in China: a regional analysis, Novembre 2015

²⁶⁰ Oxford Institute for Energy Studies, Natural gas in China: a regional analysis, Novembre 2015

²⁶¹ Oxford Institute for Energy Studies, Natural gas in China: a regional analysis, Novembre 2015

²⁶² Eniday, China's natural gas opportunity

²⁶³ Eniday, China's natural gas opportunity

²⁶⁴ South China Morning Post, China to become world's top importer of natural gas in 2019, report says, 26 Giugno 2018

²⁶⁵ South China Morning Post, China to become world's top importer of natural gas in 2019, report says, 26 Giugno 2018

rispettivamente una capacità pari al 25% e al 33% della domanda. Nel frattempo, con l'aumento della domanda, anche la dipendenza della Cina dalle importazioni aumenterà. Anche se il paese diventerà il quarto produttore al mondo entro il 2023 - basato sulla crescita annuale della produzione del 5,5% - la quota della produzione nazionale nell'offerta totale scenderà al 54% dal 61%, secondo l'AIE²⁶⁶.

6.3) PROBLEMATICHE RELATIVE AL NUCLEARE E AL GAS NATURALE NEL RIMPIAZZARE IL CARBONE

Riguardo al nucleare si può immediatamente dire che c'è stato un notevole rallentamento nei progetti di sviluppo e implementazione dei nuovi reattori. Ci sono alcune possibili spiegazioni per il rallentamento delle approvazioni. I ritardi nei progetti di reattori di terza generazione importati (Westinghouse AP1000 e Areva EPR) sul quale sembra che i regolatori del progetto abbiano dei dubbi in merito alla sicurezza²⁶⁷. Le autorità vorranno vedere prove evidenti del buon funzionamento prima di autorizzare più unità. Altre ragioni avanzate per il rallentamento riguardano le dimensioni del programma cinese sono l'eccesso di offerta che è peggiorato in alcune regioni e ci sono domande su quanti reattori siano necessari per soddisfare la domanda di energia e i prezzi dell'elettricità raggiunti. Le compagnie nucleari vogliono chiaramente costruire molte nuove unità e ritengono di essere trattenute dalle autorità. L'incidente di Fukushima getta ancora un'ombra sul settore nucleare in Cina e le autorità di regolamentazione sono chiaramente molto caute nell'avviare un grande programma nucleare. Alla fine, una persona al vertice dell'autorità di regolamentazione deve assumersi la responsabilità della sicurezza e avere 50 reattori in funzione è molto più gravoso di cinque o dieci. Ora è più difficile valutare dove si stia dirigendo il programma nucleare cinese. L'immagine fino al 2020 è abbastanza certa: entreranno in funzione 21 unità attualmente in costruzione. L'obiettivo di capacità di 58GW entro la fine del 2020 sarà perso di forse 5GW. L'altro obiettivo dichiarato della Cina è di avere 30GW in costruzione da allora. Ciò implicherebbe sei reattori all'anno fino al 2025, un livello simile al 2015-2020. Quasi tutti dovranno essere approvati entro la fine del 2020 - solo 42 mesi. Questo sembra improbabile. È prudente assumere un programma di 4-5 unità all'anno oltre il 2020. Ciò significa che la capacità nucleare di soli 100 GW circa nel 2030, ben al di sotto delle aspettative precedenti.²⁶⁸ Nel 2015 il presidente degli Stati Uniti, Obama, sosteneva che il programma di sviluppo nucleare cinese fosse "Insane"²⁶⁹, questo perché all'interno di questo programma c'erano due problemi distinti dei quali uno tendeva ad escludere l'altro: sicurezza e sviluppo veloce. In un paese con seri problemi di corruzione, con scarsa esperienza nel settore e una forte necessità di aumentare il potenziale produttivo quanto più velocemente possibile, lo sviluppo di un progetto nucleare di tale portata comporta molti rischi. Infatti la Cina, tende a sostenere una politica dove a

²⁶⁶ South China Morning Post, China to become world's top importer of natural gas in 2019, report says, 26 Giugno 2018

²⁶⁷ Clean Technica, Safety Problems Again Delay China's Sanmen Westinghouse AP1000 Nuclear Energy Project, 15 Febbraio 2018

²⁶⁸ Nuclear Engineering International, Nuclear in China – why the slowdown?, 10 Agosto 2017

²⁶⁹ The Guardian, China warned over 'insane' plans for new nuclear power plants, 25 Maggio 2015

volte rigetta standard di controllo e qualità più alti in funzione di un prezzo più basso, che quindi permette uno sviluppo più veloce e permette al partito di ottenere risultato apparentemente “brillanti” più rapidamente. Inoltre in un paese dove criticare il governo è quasi impossibile, i controlli stabiliti dal ministero della protezione ambientale risultano in qualche maniera pilotati, in quanto difficilmente bloccheranno progetti favoriti dalle linee guida del partito. Questo problema della sicurezza ambientale derivante dal nucleare è tuttavia percepito dalla popolazione, la quale tramite alcune forti proteste è riuscita a bloccare la costruzione di alcuni reattori, a seguito di questo, il governo sembra iniziare a rendersi conto che una costruzione smodata e incontrollata di reattori nucleari possa essere troppo pericolosa. Per prima cosa perché potrebbe essere fonte di una catastrofe in stile Fukushima e in secondo luogo perché a seguito di questa possibile catastrofe il partito e le sue linee guida sull’energia “perderebbero la faccia” e verrebbero fortemente questionate dalla comunità locale e internazionale. In una nazione in cui la qualità ambientale è già fonte di forte critica e grande discussione, una catastrofe nucleare sembra essere troppo rischiosa per il partito, il quale ha iniziato a rallentare lo sviluppo e l’installazione di nuovi reattori nucleari, confinando questo tipo di energia al solo 2-3% del fabbisogno energetico cinese. Le previsioni di 200GW di capacità entro il 2030, non inusuali solo pochi anni fa, ora sembrano irraggiungibili.²⁷⁰

Il gas naturale è un tipo di combustibile molto efficiente e resta una scelta assolutamente molto valida per la Cina, tuttavia dato che scarseggia sul territorio nazionale, Pechino si vede obbligata ad importare grandi quantità di prodotto per cercare di sopperire al proprio fabbisogno. L’importazione crea alcuni problemi che al momento affliggono il panorama cinese: costi molto più alti degli altri combustibili, domanda che supera l’offerta e dunque crea squilibri energetici nelle regioni, necessità di migliorare le infrastrutture di trasporto del gas. Purtroppo la Cina non ha molte riserve di gas a disposizione e parte di esse si trovano in zone troppo inospitali e locate troppo in profondità per renderle accessibili a prezzi competitivi, per cui al momento l’energia prodotta dalla combustione del gas è tre volte più costosa di quella prodotta dal carbone.²⁷¹ Le politiche volte a favorire il consumo del gas in Cina stanno indubbiamente avendo successo, ma questo ha portato la domanda di gas ad aumentare a tal punto che l’offerta non è stata più in grado di supportarla.²⁷² Questo ha creato situazioni dove molti sistemi di riscaldamento che prima funzionavano a carbone sono stati riconvertiti a gas, ma purtroppo non è stata disponibile alcuna unità di gas per farli funzionare, in quanto la richiesta è stata troppo alta. Questo ha creato una situazione dove molti degli abitanti di Pechino hanno dovuto affrontare un inverno senza riscaldamento, perché il governo nella fretta di installare nuovi sistemi di riscaldamento a gas e limitare le emissioni di CO2 non si è accorto di avere una fornitura insufficiente e una infrastruttura inadeguata a soddisfare la domanda di gas della città. Secondo alcune fonti governative tuttavia questa possibilità di cambiamento è stata possibile solo perché Pechino è

²⁷⁰ Nuclear Engineering International, Nuclear in China – why the slowdown?, 10 Agosto 2017

²⁷¹ Swiss Singapore, Will China “Gas” Out Coal???, 26 Luglio 2016

²⁷² Reuters, China's soaring natural gas output unable to meet demand set loose in pollution fight, 5 Febbraio 2018

la capitale e dunque doveva dare un esempio, ma in realtà dati gli alti costi di trasporto e di costruzione delle infrastrutture adeguate a farlo, trasformare i riscaldamenti a carbone delle zone rurali in riscaldamenti a gas è assolutamente improponibile.²⁷³

²⁷³ China Dialogue, What caused China's squeeze on natural gas?, 12 Dicembre 2017

7) POSSIBILE FUTURO DEL CARBONE IN CINA

Sebbene il carbone sia senza dubbio un tipo di energia che nel futuro si cercherà di utilizzare, dato l'alto impatto ambientale che comporta, resta comunque improbabile che venga del tutto abbandonato. In questo capitolo cercheremo di capire quali siano i possibili scenari che la Cina dovrà affrontare durante la sua fase di abbandono del carbone.

7.1) PERCHE' LE TECNOLOGIE PER IL CARBONE PULITO SONO NECESSARIE PER IL FUTURO DELLA CINA

A seguito dei precedenti capitoli in cui abbiamo analizzato la situazione del carbone in Cina, il futuro delle tecnologie adibite alla pulizia della CO₂ emessa dal carbone e le eventuali fonti di energia alternativa che potrebbero sostituire il carbone, si può evincere uno scenario in cui, nonostante le molteplici fonti di energia disponibili, il carbone continuerà ad essere un importante protagonista del panorama energetico cinese e in qualche maniera anche mondiale.

Fino al 2016 il carbone rappresentava circa il 65% del mix energetico cinese con pesantissime conseguenze ambientali per la Cina prima di tutto, ma anche per il resto della comunità globale. Questa scelta è principalmente dovuta al fatto che il carbone risulta per Pechino una scelta molto comoda e conveniente: è molto abbondante sul territorio e ha un basso costo. Queste qualità lo hanno reso fondamentale per la crescita della Cina divenendo così la principale fonte energetica del paese. Tuttavia questa scelta ha avuto ripercussioni molto pesanti sull'ambiente e lo smog cinese è oramai divenuto famoso in tutto il mondo. Secondo un database della World Health Organization tra le principali 500 città più inquinate del mondo la maggior parte sono cinesi²⁷⁴. Le emissioni di CO₂ prodotte dalla Cina di anno in anno sono sempre cresciute, tranne nel 2015 e 2016²⁷⁵, e questo testimonia come nonostante gli estesi investimenti in fonti di energia alternative la pressione ambientale esercitata dal carbone resta molto alta. Rispetto al 2017 nel 2018 le emissioni sono aumentate di circa 4%²⁷⁶. Questo dato può essere giustificato facendo presente che la Cina ha promesso di raggiungere il picco delle emissioni nel 2030, evento che potrebbe essere addirittura anticipato al 2020, ed è dunque giustificata nel vedere le proprie emissioni salire. Tuttavia questa crescita lascia molti dubbi, venendo dal periodo 2014-2016 durante il quale non c'era stata una significativa crescita, ora, la paura che la Cina abbia sovrastimato le proprie capacità sta tornando reale. Secondo alcuni studiosi l'aumento dell'emissioni può essere dovuto al fatto che la Cina per far riprendere la crescita economica secondo i ritmi a cui era abituata, avrebbe rispolverato le strategie che durante gli anni 80 e 90 avevano avuto successo, cioè costruire e produrre il più possibile²⁷⁷. Quale che sia la motivazione, questa nuova situazione

²⁷⁴ WHO Global Ambient Air Quality Database (update 2018)

²⁷⁵ Unearthed, Dramatic surge in China carbon emissions signals climate danger, 30 Maggio 2018

²⁷⁶ Unearthed, Dramatic surge in China carbon emissions signals climate danger, 30 Maggio 2018

²⁷⁷ Financial Time, China's carbon emissions set for fastest growth in 7 years, 29 Maggio 2018

di crescita ha portato a rinnovare la richiesta di carbone, l'aumento della domanda è guidato quasi interamente dal settore energetico. La domanda di energia è aumentata del 6,7% nel 2017 e del 9% nei primi quattro mesi del 2018. La crescita della domanda è stata trainata principalmente dalla domanda proveniente dall'industria pesante, con le industrie di servizi come il secondo maggior driver. Tutto ciò ha portato la domanda del carbone ad aumentare del 3.5% rispetto al 2017.²⁷⁸ Le emissioni cinesi di gas derivanti dal consumo di combustibili fossili erano nel 2017 superiori a quelle di America e Unione Europea combinate, dunque questa nuova crescita di consumo energetico e quindi di carbone evidenzia una situazione critica a cui Pechino dovrà quanto prima trovare una soluzione²⁷⁹. Questa crescita può continuare e portare la Cina a produrre circa 13 Gt di CO₂ all'anno nel 2030, oppure può venire controllata e limitata grazie a politiche lungimiranti e contenuta a 11Gt di CO₂ per lo stesso anno.²⁸⁰ Sebbene la quantità di CO₂ immessa resta comunque una quantità notevole, limitare di 2 Gt le emissioni sarebbe un risultato notevole, infatti si tratta di circa l'equivalente delle emissioni dell'India nel 2014, che al tempo occupava il terzo posto nella lista dei maggiori paesi emettitori di CO₂, dietro Cina e America.²⁸¹ Questo traguardo sarebbe notevole, permetterebbe alla comunità mondiale di avvicinarsi notevolmente all'obiettivo di contenere il riscaldamento globale entro i 2°C, dato che 1,5°C è oramai considerato un traguardo utopico. Tuttavia la riduzione dell'emissioni di CO₂ dipende in gran parte da come la Cina deciderà di gestire la principale risorsa energetica del paese, che è anche la più inquinante. Sperare che i grandi investimenti nel gas e nelle energie pulite risolvano il problema non basta. Da un lato è vero che queste fonti di energia rappresentino il futuro per la Cina e nel lungo periodo saranno quelle che faranno la differenza e sicuramente dopo la metà del secolo saranno dominanti, ma bisogna anche considerare che i piani cinesi continuano a considerare il carbone come principale fonte energetica fino al 2030, con questo ad occupare circa il 40% della produzione di energia. Inoltre considerando lo sviluppo economico e l'aumento del fabbisogno energetico che ne deriva, che dovrebbe essere circa del 21% dal 2015 al 2030²⁸², anche il consumo del carbone aumenterà. Secondo alcuni scenari più cauti il consumo dovrebbe aumentare lentamente fino a 2020 e poi rimanere più o meno fisso fino al 2030 a circa 3.3 mega tonnellate di carbone di consumo annuo²⁸³, mentre in altri scenari più apocalittici si può stimare che da circa 3 mega tonnellate di carbone del 2015 si possa passare a quasi 4 mega tonnellate nel 2030²⁸⁴. Comunque si guardi la situazione, il problema del carbone resta, infatti esso vale circa l'80% dell'emissioni di CO₂ annue della Cina²⁸⁵.

²⁷⁸ Unearthed, Dramatic surge in China carbon emissions signals climate danger, 30 Maggio 2018

²⁷⁹ The New York Times, China's Emissions: More Than U.S. Plus Europe, and Still Rising, 25 Gennaio 2018

²⁸⁰ Climate Action Tracker, China, 30 Aprile 2018

²⁸¹ The World Bank, CO₂ Emissions

²⁸² BOFIT, Coal will still account for over half of Chinese power generation in 2030, 1 Dicembre 2017

²⁸³ International Energy Agency, Energy Climate and Change, 2015

²⁸⁴ The Boston Consulting Groups, China's Energy Future, Febbraio 2013

²⁸⁵ International Energy Agency, Energy Climate and Change, 2015

Considerando questa serie di fattori, è ovvio che il carbone continuerà ad essere un elemento fondamentale della politica di Pechino e con esso il problema della CO2 che ne deriva. A causa di tutto ciò diventa essenziale l'investimento nelle tecnologie di pulizia della CO2 a seguito dell'utilizzo del carbone. È essenziale infatti limitare le emissioni di CO2 quanto più possibili, soprattutto in Cina che ne è la maggior emettitrice a livello mondiale. Ed è dunque per questo che un paese come la Cina diventa un posto ideale dove ideare, sviluppare e mettere in pratica una rete di sistemi di cattura di CO2 e di riutilizzo a livello industriale di essa o di stoccaggio. Infatti la Cina dispone sia di un governo in grado di far applicare grandi cambiamenti in tempi relativamente brevi, sia della necessaria massa critica di aziende sul territorio che potrebbero usufruire dei servizi e quindi aiutare a migliorare questa tecnologia e abbassarne il costo. Al momento il principale problema del CCS è che costa molto e non è ancora stata sviluppata un'efficace rete di trasporto e stoccaggio della CO2, quindi non risulta ancora molto conveniente. Purtroppo però, al fine di tutelare l'ambiente e scongiurare una catastrofe globale, c'è bisogno, da parte dei principali protagonisti dell'inquinamento globale, di lottare in prima linea implementando misure nuove e a volte anche costose. Non c'è dubbio infatti che questa massiccia transizione all'utilizzo di una tecnologia come CCS, sarebbe per la Cina, un investimento molto costo; è tuttavia anche vero che però la Cina resta l'unico stato in cui questo possa accadere e soprattutto lo stato al mondo che ne ha più bisogno. Se si dovessero chiudere oggi stesso tutte le miniere di carbone della Cina, e il carbone venisse immediatamente abolito come forma di combustibile resterebbe comunque una sua impronta ambientale molto pesante e bisognerebbe trovare una soluzione. Inoltre data la mole di persone dipendenti da questo mercato abolirlo completamente in breve periodo potrebbe portare a degli smottamenti politici che Pechino non vorrebbe affrontare. Per questo è difficile vedere il mercato del carbone cancellato nel breve periodo, anche se è proprio nel breve periodo che bisogna cercare di effettuare scelte più concrete nel limitare le emissioni di CO2. È assolutamente plausibile che a fine secolo le risorse di energia pulita la facciano da padrone e i combustibili fossili siano quasi caduti in disuso, ed è dunque proprio per questo che le emissioni di CO2 vanno controllate e combattute quanto prima, infatti il picco di queste sarà a breve, secondo l'IEA circa intorno al 2030-2040. Per questo motivo diventa critico implementare l'utilizzo di una tecnologia in grado di limitarle alla radice, tramite una cattura pre o post combustione.

Sebbene altri paesi abbiano già avuto esperienze di situazioni dove da estrema dipendenza dal carbone si è passati a una situazione in cui il carbone era quasi inesistente, come per esempio Francia e Danimarca negli anni 90²⁸⁶, la questione della Cina è molto diversa: è molto più energivora, ha molti più abitanti e infine il settore della produzione del carbone comprende molti più lavoratori sparsi in un'area molto più grande dei suddetti 2 paesi. Questo ovviamente comprende una serie di problemi che in valore assoluto sono molto maggiori di quelli affrontati dai due stati europei, inoltre un'altra maggiore differenza tra i cambiamenti avvenuti in questi paesi e la Cina sarebbe che nei primi due era possibile la presenza di figure che difendevano

²⁸⁶ IISD, Stories of Coal Phase-Out: Lessons learned for China, 2016

e spingevano per un allontanamento dall'uso del carbone, divenendo in qualche maniera campioni difensori della causa²⁸⁷. È difficile credere che in Cina figure di questo genere sarebbero tollerate senza il benestare del governo. Detto questo bisogna considerare anche i numeri in questione, la Cina è il più grande consumatore e produttore di carbone al mondo, e non di poco: ha prodotto 1870 milioni di tonnellate di carbone nel 2015²⁸⁸ e la domanda nel medesimo anno era di circa 2 milioni di tonnellate.²⁸⁹ Questi numeri devono far riflettere e capire che semplicemente abbandonare questa forma di combustione come altri stati hanno fatto, non è semplicemente possibile. La Francia e la Danimarca degli anni '90 che si liberarono del carbone dovevano gestire rispettivamente 21 milioni di tonnellate e 8.2 milioni, per cui è chiaro che le politiche e le pressioni sociali che dovettero mettere in piedi non sono assolutamente comparabili con ciò che aspetta la Cina. Nel 2013 nel settore carbonifero erano impiegati 5.9 milioni di minatori e si stima già che entro il 2020 2.3 milioni di questi saranno senza lavoro²⁹⁰. Questo ovviamente è solo l'inizio di una serie di pressioni sociali che Pechino dovrà affrontare durante la sua transizione verso un tipo di energia più pulita, ma fa capire che non sarà né una transizione semplice né rapida, proprio perché in ballo c'è la vita di moltissime persone e uno dei principali settori trainanti dello stato. Fatte queste considerazioni si capisce ancora di più perché sia importante l'inserimento di tecnologia CCS e CCUS. Il carbone sebbene abbia i giorni contati, continuerà nel nostro prossimo futuro ad avere un ruolo di primaria importanza nell'economia cinese e data la quantità di cui si parla, ignorarne la pericolosità e semplicemente aspettare che la transizione ad un sistema più pulito si potrebbe rivelare un errore fatale.

La situazione odierna è una situazione di grande crisi ambientale dove più si aspetta a prendere provvedimenti seri più si rischia di trovarsi in una situazione irreversibile. Inoltre il panorama globale vede la nascita di nuove potenze economiche, come India e Brasile, che dovranno a breve iniziare una fase di forte sviluppo, e giustificati dal protocollo di Kyoto, non avranno neanche nessun obbligo verso la comunità mondiale riguardo al limite di emissioni di CO₂. Questa serie di eventi rende quanto mai pressante la necessità di adottare una serie di misure non solo per smettere di utilizzare carburanti minerali, ma anche per implementare tecnologie in grado di contenere le emissioni che questi continueranno inevitabilmente a produrre nei prossimi anni. Infatti potrebbe risultare impossibile chiedere a questi nuovi paesi emergenti di non sfruttare le risorse minerarie, di cui a volte sono anche molto abbondanti, e concentrarsi invece sullo sviluppo di costose forme di energia alternativa. Ciò che invece può essere intelligente fare è di dotare impianti inquinanti di sistemi di cattura delle emissioni in modo da limitare grandemente il loro impatto: in questo modo non si punirà eccessivamente il reparto energetico e si permetterà un sviluppo più graduale che possa poi portare ad una transizione verde dell'energia. Questo però oggi non è possibile perché la

²⁸⁷ IISD, Stories of Coal Phase-Out: Lessons learned for China, 2016

²⁸⁸ IEA, atlas of energy data

²⁸⁹ IEA, atlas of energy data

²⁹⁰ China Dialogue, 2.3 million chinese coal miners will need new jobs by 2020, 7 Agosto 2017

maggior parte delle soluzioni CCUS sono troppo costose. Per questo motivo c'è bisogno di un "campion" a livello globale che cominci a popolarizzarle ed ad abbassarne i costi di produzione, ovviamente questa figura può essere la Cina. Non è da considerare però che il governo di Pechino debba in qualche modo sacrificarsi per il bene altrui, infatti si tratterebbe comunque di una soluzione auspicabile per la Cina stessa e anche per il resto della comunità globale. Questo permetterebbe di contenere le emissioni di CO2 prodotte dal carbone nei futuri anni, limitandone i danni, e allo stesso tempo preparerebbe il terreno per tutti quegli stati che in futuro potrebbero avere bisogno di questo genere di tecnologia.

La Cina è purtroppo oggi giorno il solo stato in grado di mettere in piedi un simile cambiamento, sia per quantità di investimenti necessari, sia per il fatto che un tale cambiamento deve essere imposto in maniera totale dall'alto e l'unico governo in grado di fare ciò al momento è quello cinese. Purtroppo cercare di convincere sia il governo che le industrie private a portare avanti una massiccia campagna di installazione di queste tecnologie è molto difficile. In primo luogo perché si tratta, come già detto, di investimenti notevoli, in secondo perché a meno che questo cambiamento non venga adottato da tutte le aziende il miglioramento sarà quasi nullo e soprattutto nessuna azienda si sentirà in dovere di sostenere queste spese se neanche le altre lo faranno. Una valida soluzione a questo problema è l'introduzione di un mercato di carbon trading emission.

7.2) CARBON TRADING EMISSION IN CINA

La Cina ha promesso le emissioni di gas serra del 40-45% entro il 2020²⁹¹ e proprio nell'ottica di raggiungere questo obiettivo nel 2017 ha annunciato di volere mettere in piedi il proprio emission trading system che secondi i numeri dovrebbe divenire il più importante al mondo²⁹². La Cina studiando l'Unione Europea, il cui mercato del carbonio è attualmente due volte più grande, insieme alla California negli Stati Uniti, ha cercato di capire come implementare i meccanismi adatti a far funzionare questa monumentale impresa. L'idea è di creare un mercato internazionale attraverso gli scambi in cui le quote vengono scambiate e le emissioni di carbonio vengono monitorate e segnalate ²⁹³.

La nazione ha implementato sette mercati pilota del carbonio in varie zone che prosperano sulla produzione di cemento, elettricità, calore, estrazione di petrolio²⁹⁴. Queste zone sono: Pechino, Chongqing, Guangdong, Hubei, Shanghai, Shenzhen e Tianjin, che rappresentano il 25% del PIL totale della Cina. Queste sono note per essere le più inquinanti ed emettitori di CO2. Queste zone pilota hanno dimostrato il limite e l'efficienza commerciale. Cap si riferisce a una quantità consentita di emissioni, se l'industria supera tale limite, richiederebbe un'indennità. Le indennità possono essere scambiate, messe all'asta o anche regalate

²⁹¹ Carbon Brief, Climate pledge puts China on course to peak emissions as early as 2027, 1 Luglio 2015

²⁹² Green Biz, China's 'monumental' new emissions trading scheme, 21 Dicembre 2017

²⁹³ Environmental Law Institute, Carbon Trading in China: Progress and Challenges, 2016

²⁹⁴ Financial Times, China moves towards launch of carbon trading scheme, 19 Dicembre 2017

gratuitamente, a seconda dei casi. Tramite cap and trade, si ritiene che sia la competitività che le possibilità sulla rilocalizzazione delle emissioni di carbonio sarebbero ridotte. Ogni cap e assegno è stato assegnato alle città in base al loro scopo, ai tassi di produzione o alla capacità di trasferire i costi del carbonio lungo la catena del consumo. Esistono anche 2 tipi di quote: nuova entrata vs. pubblica. Le nuove quote di iscrizione sono destinate a coloro che hanno bisogno di crescita e sono distribuite liberamente, mentre l'assegno governativo è una frazione fissa e stabile che deve essere venduta o messa all'asta²⁹⁵. Lo schema cap-and-trade vedrà le aziende ad alto rendimento acquistare e vendere crediti di emissioni al di sotto di un limite definito, in progressivo declino. Il mercato dovrebbe inizialmente coprire circa 3,5 miliardi di tonnellate di carbonio da 1.700 fonti stazionarie nel settore energetico cinese, comprese le centrali a carbone del paese. La portata significa che l'ETS inizialmente rappresenterà circa il 34-39 per cento delle emissioni totali della Cina prima di espandersi gradualmente per includere anche altre industrie ad alto rendimento come l'alluminio e il cemento nei prossimi anni.²⁹⁶ La ONG verde, Environment Defense Fund, sostiene che entro il 2020 il programma sarà pienamente implementato, coprendo circa 5 miliardi di tonnellate di CO₂, che rappresenterebbero una grossa parte - circa il 15% - delle emissioni globali totali.²⁹⁷

Ci sono anche condizioni che ogni zona deve rispettare, principalmente per quanto riguarda il monitoraggio, la segnalazione e la verifica. Ogni zona ha il proprio meccanismo per farlo, ma se non lo fa, tutte devono affrontare lo stesso tipo di penalità. Tali sanzioni comprendono: una riduzione delle indennità gratuite, una minaccia alla pubblicità di detto status per creare pressione sociale, un accesso limitato a 2 anni a fondi speciali per la ricerca energetica e se si dovesse verificare un eccesso di emissioni, il governo o la compagnia della zona dovrebbe pagare 3 volte il prezzo originale di indennità.²⁹⁸ Riguardo il prezzo iniziale delle emissioni si stima che potrebbe essere di circa 50 yuan (\$ 7,50) per tonnellata di emissioni, tuttavia si prevede che il prezzo salirà gradualmente a circa 300 yuan (\$ 45) per tonnellata²⁹⁹. Gli economisti stimano che ogni tonnellata di anidride carbonica emessa oggi causerà probabilmente \$ 125 di danni alla società in futuro. Questo numero è noto come il costo sociale del carbonio. Più il prezzo delle emissioni sul mercato del carbonio si avvicina a questa cifra, maggiori sono le possibilità che il mercato abbia un impatto reale che mitiga i cambiamenti climatici.³⁰⁰

Considerando tutto questo si capisce come questo mercato sia ancora troppo giovane per funzionare pienamente, però rappresenta un buon punto di partenza per la politica cinese di lotta contro le emissioni di

²⁹⁵ Environmental Law Institute, Carbon Trading in China: Progress and Challenges, 2016

²⁹⁶ Green Biz, China's 'monumental' new emissions trading scheme, 21 Dicembre 2017

²⁹⁷ Environment Defense Fund, The Progress of China's Carbon Market, 2017

²⁹⁸ Environmental Law Institute, Carbon Trading in China: Progress and Challenges, 2016

²⁹⁹ QUARTZ, The complete guide to the world's largest carbon market that just launched in China, 19 Dicembre 2017

³⁰⁰ QUARTZ, The complete guide to the world's largest carbon market that just launched in China, 19 Dicembre 2017

CO2. Non solo cercherà di fare abbassare le emissioni, ma finalmente costringerà Pechino a misurare in maniera accurata il reale impatto che la sua economia ha sull'ambiente, sebbene questo sembra scontato, bisogna ricordarsi che la Cina è un paese in cui questi tipi di dati non sono mai pubblicati in maniera chiara e trasparente. Inoltre bisogna considerare che proprio perché la Cina, prima di implementare il proprio sistema di ETS, ha studiato l'Europa, quest'ultima già considera le tecnologie CCS all'interno del proprio programma ETS. Il punto infatti, sarebbe proprio quello di considerare la CO2 catturata e stoccata in appositi depositi, come non emessa, e dunque andare a favorire quelle aziende virtuose che sfruttano la tecnologia CCS.³⁰¹ Ovviamente questo è certificato tramite una serie di controlli che avvengono durante la cattura, il trasporto e lo stoccaggio; sebbene sia un processo laborioso è un modo intelligente che le aziende possono sfruttare per non dover cambiare interamente il loro piano energetico, senza venire penalizzate dall'ETS.

Oggi il mercato del carbonio è un mercato ancora giovane in Cina, ma il fatto che si comincia a guardare a questo elemento non più come un peso, ma come una commodity scambiabile può rappresentare la scintilla con cui innescare l'introduzione su vasta scala di tecnologie per la cattura della CO2. Infatti per il momento Pechino si è astenuta dall'inserire un mercato sui future relativi alle emissioni, in quanto troppo complicato per un sistema appena implementato e molto grande³⁰², tuttavia in un futuro non troppo lontano questa possibilità potrebbe essere ripresa e in questo caso favorire ancora di più l'introduzione di questo tipo di tecnologia.

7.3) PERCHÉ LA CINA POTREBBE CONTINUARE A DIPENDERE DAL CARBONE NEL FUTURO

Un altro motivo per cui il carbone è il probabile protagonista dei prossimi 50 anni in Cina è che le altre energie, che si pongono come alternative all'utilizzo del carbone, non sono bene integrate nel sistema di trasporto di energia. In un sistema economico, come quello cinese, in piena crescita, la necessità di dover soddisfare alti carichi energetici è frequente, avere una rete di trasmissione energetica con gravi mancanze è un problema molto serio. Molte delle fattorie solari e solari, compreso anche le dighe idroelettriche, si trovano molto lontano dalle zone produttive, quindi questo diventa un problema per le aziende. Infatti queste dovrebbero appoggiarsi ad una serie di sistemi di trasmissione di energia lunghi migliaia di chilometri e con già evidenti problemi di efficienza mettendo a serio rischio le aziende. È possibile in questo scenario che siano le aziende stesse a rifiutare il cambio di energia, a scapito della certezza che il carbone può dargli. Non perché il carbone è più vicino a loro in termini di approvvigionamento, ma perché il sistema di trasporto è oramai consolidato, e sebbene ci siano alcune modifiche da fare per renderlo più efficiente, resta comunque più affidabile dell'energia solare o eolica. Inoltre il carbone non è soggetto alla "stagionalità" cui le energie pulite prima citate possono essere soggette. Questa serie di svantaggi può rendere le aziende restie a voler investire nell'utilizzo di energie alternative, perché intimorite dalla possibilità di malfunzionamenti. Ovviamente

³⁰¹ Imperial College of London, Supporting CCS through the carbon markets, 2008

³⁰² Financial Times, China moves towards launch of carbon trading scheme, 19 Dicembre 2017

Pechino lavorerà per evitare questi inconvenienti, tuttavia resta una probabilità che le aziende continuino ad appoggiarsi al carbone in forza della sua affidabilità. Inoltre la necessità di mantenere attive le aziende di carbone durante la transizione ad energie verdi continuerà a favorire il consumo del carbone. Inoltre la continua falsificazione dei dati riguardo l'inquinamento e i cambiamenti che avvengono all'interno del paese, non aiutano gli esperti internazionali a capire in maniera chiara la situazione, portandoli a volte a valutazioni errate³⁰³. Questo non solo vuole dire che le previsioni fatte possono essere inesatte, ma che il governo potrà gestire una doppia politica, con una versione per la stampa mondiale, e una linea guida diversa per il paese. Questo non è un fenomeno strano, dato che in altre occasioni Pechino ha falsificato i propri dati per sostenere le proprie teorie³⁰⁴³⁰⁵. A causa di questa possibilità, può crearsi una situazione dove ufficialmente Pechino appoggia l'utilizzo di energie alternative, ma segretamente sostiene il carbone come fonte di energia in quanto più economica, già presente sul territorio e quindi facile da reperire e utilizzare. Sebbene la Cina sia cosciente del problema ambientale, come molte delle riforme che sta intraprendendo fanno capire, è anche vero che è una nazione ancora in sviluppo e questo vuole dire che continuare a crescere è un imperativo assoluto per il partito. Dovesse il passaggio ad un altro tipo di energia mettere a rischio il tasso di crescita della nazione, è possibile che Pechino ritorni all'uso del carbone che fino ad ora ha dato prova di essere affidabile. Questo ad esempio è successo nel fare fronte a una riduzione di crescita di qualche anno fa, che è stata riaffrontata da Pechino con una strategia abbastanza sconsiderata e data: dare un nuovo input alla produzione e spingere così l'economia creando un ulteriore surplus di beni. Sebbene questa scelta sia discutibile, sottolinea però la tendenza del governo cinese a ricorrere a strategie improbabili pur di mantenere un tasso di crescita adeguato alle sue previsioni. In questa ottica si può capire come dunque l'utilizzo del carbone, che oramai viene criticato apertamente anche dal partito, possa invece tornare in auge nel caso la transizione ad un'energia verde possa non funzionare perfettamente. Ed è per questo motivo che l'implemento massiccio di CCS potrebbe essere auspicabile, perché sebbene richiederebbe tempo e investimenti, potrebbe riuscire a gestire il problema delle emissioni di CO2 qualora ci dovesse essere un rallentamento nella transizione verso forme di energia più pulita da parte di Pechino.

7.4) PROVINCIA DELLO SHANXI: UN POSSIBILE ESEMPIO DEGLI EFFETTI DELLA RIDUZIONE DELL'USO DEL CARBONE

Questo esempio viene proposto al fine di spiegare perché la Cina è così dipendente dal carbone, non solo dal punto di vista energetico, ma anche dal punto di vista sociale, in quanto dall'industria carbonifera dipendono milioni di persone. Per questo motivo abbandonare questa forma di energia potrebbe risultare problematico per la Cina

³⁰³ HUFFPOST, China's struggle to turn the corner on coal, 2 Ottobre 2016

³⁰⁴ Bloomberg, China's 2015 GDP Was Exaggerated By Fake Data, Analysis Shows, 11 Febbraio 2018

³⁰⁵ Financial Times, China fake data mask economic rebound, 16 Gennaio 2018

La provincia dello Shanxi, nella regione della Cina settentrionale, è il cuore dell'industria carboniera cinese, con un'economia legata strettamente alla produzione di carbone. I recenti cali del mercato del carbone hanno colpito duramente la provincia mentre la diminuzione della domanda e dei prezzi ha portato a una riduzione delle entrate per le aziende di proprietà pubblica e le amministrazioni locali, e hanno ridotto le ore di funzionamento nelle miniere. Nel contesto della politica nazionale, la riforma del settore sembra inevitabile in quanto il carbone ha un ruolo in declino nel mix energetico della Cina e, a sua volta, è probabile che questa riforma necessiti una diversificazione del settore stesso al fine di essere efficiente. L'ambiente politico locale è complicato. L'industria del carbone ha una forte influenza sulla politica locale, chiedendo misure per proteggere l'industria e resistere alle misure che potrebbero minare le attività relative al carbone. Tuttavia, nonostante la loro influenza a livello provinciale, le imprese nazionali si trovano di fronte a problemi ambientali internazionali e alla direzione politica del governo centrale, e quindi devono ridimensionare le loro ambizioni, rispettare gli obiettivi politici imposti e ridurre la produzione e i posti di lavoro .

La provincia dello Shanxi, nel nord della Cina, ha circa 36 milioni di persone³⁰⁶. In molti aspetti, Lo Shanxi può essere considerato un'economia tradizionale orientata allo sfruttamento delle risorse. Nel 2015, la produzione e il consumo di carbone e carbone coke, l'industria metallurgica e la generazione di elettricità hanno fornito il 74% del PIL della regione³⁰⁷. L'industria del carbone è al centro dell'economia dello Shanxi; Lo Shanxi ha riserve di carbone di circa 900 milioni di tonnellate, il 25 per cento delle riserve totali sulla terraferma della Cina³⁰⁸. Lo Shanxi è anche la zona dove si trova circa un terzo della bauxite cinese, ha una grande industria mineraria e chimica e ha una grande presenza militare. La regione ha un livello inferiore di sviluppo economico rispetto alla media nazionale, con 2,32 milioni di persone che hanno un reddito annuo pro capite inferiore a 3.000 CNY, circa 400 Euro³⁰⁹. La riforma dell'industria carboniera è iniziata nel 1999 con la chiusura delle miniere di carbone illegali e di piccole dimensioni per ridurre il numero crescente di incidenti. L'undicesimo piano quinquennale (2006-2010) ha innescato il consolidamento dell'industria carboniera, nell'ambito del presupposto che ciò consentirebbe un maggiore controllo sulla sicurezza e sulle prestazioni ambientali del carbone miniere. Di conseguenza, le aziende nazionali che operano nell'estrazione del carbone sono cresciute negli ultimi anni assorbendo ex miniere private nelle loro operazioni. Le miniere di carbone tipiche ora hanno una capacità di produrre sopra 900.000 tonnellate all'anno nello Shanxi. Esse rappresentano una sintesi dello stato, in termini di attività, debito e occupazione sul territorio. Il 30 giugno 2015, la Cina ha presentato il suo contributo stabilito a livello nazionale (INDC), proponendo di ridurre le proprie emissioni per unità di PIL del 60-65 per cento entro il 2030, rispetto a ai livelli del 2005³¹⁰. L'INDC cinese mira anche ad aumentare le fonti di combustibili non fossili nell'energia primaria consumo a circa il 20

³⁰⁶ City Population, China: Shanxi Region 2016

³⁰⁷ National Data, National Bureau of Statistics of China

³⁰⁸ GSI Report, At the Crossroads: Balancing the financial and social costs of coal transition in China, 2017

³⁰⁹ Xinhua News, Farmers in N China's Shanxi get rid of poverty by breeding alpacas, 15 Luglio 2018

³¹⁰ GSI Report, At the Crossroads: Balancing the financial and social costs of coal transition in China, 2017

per cento entro la stessa data. L'INDC afferma anche che la Cina lavorerà duramente per raggiungere il picco delle emissioni di anidride carbonica prima del 2030. Le proiezioni indicano che questa trasformazione richiederà riduzioni assolute dell'uso e della produzione di carbone, in particolare nel periodo successivo al 2020³¹¹. Il piano include un limite sulla capacità di produzione di carbone a 1.100 GW (rispetto a 920 GW alla fine del 2016), che a sua volta richiederà la fine dell'autorizzazione di nuovi impianti e la cancellazione di alcuni progetti in costruzione e sviluppo³¹². Questo spostamento di politica è guidato in parte da una crescente preoccupazione per l'inquinamento atmosferico. Un recente rapporto ha stimato che l'inquinamento atmosferico dovuto all'utilizzo del carbone è responsabile di 283.000 morti all'anno³¹³. La gravità di questo ha spinto il governo a dare la priorità al problema qualità dell'aria e introdurre misure per migliorare la qualità dell'aria urbana. In particolare, a Pechino l'ultima centrale elettrica a carbone è stata chiusa³¹⁴. I progressi nel miglioramento della qualità dell'aria dipendono dalle continue riduzioni della combustione del carbone e a passare a fonti di energia più pulite. Accanto alla spinta per ridurre le emissioni e l'inquinamento atmosferico, l'altra grande sfida è la ristrutturazione dell'economia cinese, perché essa è uno degli elementi che provocherebbe un declino nell'uso del carbone. Come inizia il tasso di crescita economica a rallentare e l'economia passa da un modello di investimento e di esportazione elevato a un modello costruito sui servizi e sul consumo interno, anche la domanda di nuove infrastrutture energetiche rallenterà. Dal 2013 la produzione di energia da carbone ha iniziato a diminuire, mentre la costruzione di centrali elettriche ha continuato, portando a un calo dell'utilizzo delle centrali a carbone e ad un crescente problema di sovraccapacità.

L'attuazione degli obiettivi nazionali nella politica provinciale significa che lo Shanxi dovrà limitare lo sviluppo dell'industria carboniera. Lo sviluppo di nuovi progetti per nuove centrali a carbone è stato momentaneamente bloccato. Il 15 gennaio 2017, la National Energy Administration ha rilasciato un comunicato che pone una moratoria su nuovi progetti di energia a carbone nello Shanxi per i prossimi cinque anni³¹⁵. Nonostante le incertezze per il mercato del carbone in futuro, sembra esserci fermo impegno da parte del governo per ridurre la capacità di carbone. Il premier Li Keqiang ha confermato questo, ripetutamente sottolineando che quella produzione di carbone della Cina che non soddisfa gli standard ambientali e le normative nazionali deve essere gradualmente eliminata³¹⁶. Tuttavia, nella fretta di risolvere le sfide ambientali che affliggono la Cina, è essenziale per il governo non dimenticare i lavoratori e le loro famiglie che dipendono dal carbone per il loro sostentamento e le comunità e le regioni che dipendono

³¹¹ Climate Action Tracker, 2016

³¹² UNEARTHED, China halts more than 150 coal-fired power plants, 11 Ottobre 2017

³¹³ The Institute for Health Metrics, Global Burden of Air Pollution, 2016

³¹⁴ South China Morning Post, Beijing shuts down its last coal-fired power plant as part of bid to clear air, 19 Marzo 2017

³¹⁵ Reuters, In latest move, China halts over 100 coal power projects, 17 Gennaio 2017

³¹⁶ Reuters, China vows new steel, coal capacity cuts to make sky blue, 5 Marzo 2017

dall'industria del carbone per la loro forza economica e sociale. La storia ci mostra che la ristrutturazione dell'industria carboniera ha il potenziale per affliggere le regioni con lunghe recessioni economiche che portano alla povertà, alla migrazione, all'abuso di sostanze e allo spreco di risorse umane³¹⁷

Bisogna dunque trovare un modo per bilanciare i costi finanziari e sociali della transizione del carbone in Cina. Questo rischio è già stato riconosciuto dal governo cinese, che sta sviluppando programmi per riqualificare i lavoratori e ristrutturare l'industria. La sfida della disoccupazione è significativa. I piani di ristrutturazione prevedono la perdita di 1.8 milioni di posti di lavoro³¹⁸.

Le politiche necessarie per realizzare e gestire le riforme possono essere suddivise in tre categorie³¹⁹:

- politiche che mirano a ridurre le dimensioni e la posizione dominante dell'industria carboniera;
- politiche che affrontano gli impatti sociali della transizione;
- politiche che cercano di affrontare i problemi causati dalla transizione verso un'economia con una minore dipendenza dal carbone.

La fattibilità di questa transizione in cui il carbone ha un ruolo minore nella struttura economica e sociale dello Shanxi dipende dall'affrontare tutte e tre queste aree. Per ridurre le dimensioni dell'industria carboniera sono stati compiuti numerosi sforzi per ridurre la capacità un focus sulle miniere private non regolamentate. Queste misure si sono concentrate sulla centralizzazione della produzione nelle mani di sempre più grandi proprietà statali, ciò ha migliorato l'efficienza e la sicurezza, aumentando allo stesso tempo il controllo del governo sull'industria del carbone.

Nel bilanciare i costi finanziari e sociali della transizione del carbone, Pechino ha cominciato limitando il numero di giorni di funzionamento e in alcuni casi ha direttamente chiuso le miniere. Resta comunque la possibilità che queste politiche possano essere invertite: le miniere chiuse venire riaperte e i limiti temporanei di produzione aumentati. La riduzione della capacità e dell'automazione hanno come conseguenza l'inevitabile riduzione della forza lavoro, che è diventata un argomento molto delicato nello Shanxi. Per affrontare gli impatti sociali della riforma, il 13 ° piano quinquennale (2016-2020) ha incluso l'istituzione di un fondo per occuparsi dell'occupazione riorganizzazione delle aree di produzione del carbone. Il fondo speciale industriale, creato dal Ministero delle Finanze a maggio 2016, distribuirà 100 miliardi di CNY (14,5 miliardi di dollari) per il reinsediamento degli occupati nei settori del carbone e dell'acciaio. Nel 2016, lo Shanxi ha ricevuto 1.213 miliardi di CNY del fondo (176 milioni di USD) per sovvenzionare le società carbonifere per la gestione dei problemi occupazionali derivanti da la riduzione della capacità di carbone. Inoltre, nei prossimi cinque anni, il governo dello Shanxi spenderà 2,2 miliardi di CNY (319 milioni di USD) dai fondi per l'occupazione a sostegno dei trasferimenti di lavoro, riqualificazione, prepensionamento e

³¹⁷ GSI Report, At the Crossroads: Balancing the financial and social costs of coal transition in China, 2017

³¹⁸ The Guardian, China to cut 1.8m jobs in coal and steel sectors, 29 Febbraio 2018

³¹⁹ GSI Report, At the Crossroads: Balancing the financial and social costs of coal transition in China, 2017

creazione di posti di lavoro di servizio pubblico e di lavoro autonomo. Il piano implicherebbe la necessità di trovare nuovi posti di lavoro per più di 100.000 lavoratori, ponendo una sfida al governo provinciale per trovare un impiego alternativo per le persone colpite.³²⁰ Lo sviluppo di un sistema di sicurezza sociale che indirizzi i fondi direttamente agli ex minatori di carbone interessati potrebbe contribuire a facilitare la transizione. La riforma offre anche opportunità per rigenerare le ex aree minerarie del carbone. Le politiche sono state messe in atto per affrontare i problemi ambientali e sociali causati dallo sfruttamento della terra attraverso estrazione del carbone nello Shanxi³²¹. Entro il 2020 il governo dello Shanxi investirà in 30 miliardi di CNY (4,35 miliardi di dollari) per rigenerare la terra nelle aree colpite da cedimenti, stanzierà fondi per i trasferimenti forzati di residenti, investirà in infrastrutture per la prevenzione di disastri ambientali, si attiverà per il recupero ambientale e bonifica del suolo, trattamento dei rifiuti solidi e indagini geologiche per le miniere di carbone. Circa 655.000 persone dovrebbero trasferirsi, spostandosi da 1.352 villaggi³²². Per completare una transizione dal carbone, lo Shanxi deve sviluppare misure non solo per gestire la contrazione dell'industria carboniera e mitigare gli impatti negativi della riforma, ma anche per sviluppare un sistema in grado di offrire posti di lavoro e prosperità. Molte delle proposte economiche e le politiche di sviluppo nello Shanxi sono legate all'industria del carbone e potrebbero essere più mirate a trovare nuovi mercati del carbone piuttosto che una transizione dalla sua produzione. Ad esempio, i programmi si sono concentrati sulle sostanze chimiche del carbone, tra cui carbone-liquido, carbone-gas e carbone-petrolio che stanno diventando importanti obiettivi per Shanxi. Il tredicesimo piano quinquennale nazionale per l'industria del carbone include anche piani per lo sviluppo di grandi moderne centrali chimiche a carbone. Dal punto di vista sociale, queste tecnologie potrebbero creare nuovi posti di lavoro, ma questi programmi sono ancora molto legati all'industria del carbone e possono portare ulteriori impatti ambientali negativi continuando a scontrarsi con le politiche nazionali e internazionali per allontanarsi dal carbone. Al contrario, alcuni considerano che i progetti finalizzati alla bonifica ambientale nella provincia, lo sviluppo di servizi ambientali e di prevenzione all'inquinamento potrebbero essere un'industria in crescita considerevole per Shanxi. Entro il 2020 si stima che il settore ambientale raggiunga un valore totale di 2.800 miliardi di CNY, con una spesa annuale crescita del 15 per cento³²³.

Lo Shanxi ha il potenziale di mercato per il risanamento del carbone, la bonifica del suolo e il ripristino ecologico. Ha già investito oltre 140 miliardi di CNY in progetti di restauro fino al 2030. Internazionale per lo Sviluppo Sostenibile ha anche emanato politiche per promuovere l'energia rinnovabile, potenzialmente aiutando a ridurre la dipendenza dal carbone della provincia. Il consumo di energia rinnovabile dello Shanxi è aumentato da meno dell'1% dell'energia primaria totale nel 2010 al 3% nel 2015, e la produzione di

³²⁰ GSI Report, *At the Crossroads: Balancing the financial and social costs of coal transition in China*, 2017

³²¹ The New York Times, *Pollution From Chinese Coal Casts a Global Shadow*, 11 Giugno 2006

³²² China Daily, *China's coal-rich Shanxi to restore mined-out areas*, 25 Ottobre 2014

³²³ GSI Report, *At the Crossroads: Balancing the financial and social costs of coal transition in China*, 2017

combustibile non fossile ha sostituito 5,27 Mt di equivalente di carbone standard. Nei prossimi cinque anni, lo Shanxi prevede di concentrarsi su energia, solare, biomassa e energia idroelettrica per diversificare il sistema di approvvigionamento energetico, nonché un aumento nell'uso del metano di miniera di carbone. Si prevede che entro il 2020 l'energia del combustibile non fossile di Shanxi rappresenterà il 5% del consumo totale di energia primaria³²⁴. Questi progetti sono legati alla riduzione della povertà. Nel 2016, Shanxi ha ricevuto una quota dall'Amministrazione NationalEnergy per installare 700 MWh di energia solare, e il governo dello Shanxi ha approvato 30 progetti per attuare questa quota³²⁵. L'obiettivo principale dello Shanxi è distribuire l'energia solare per le regioni rurali e povere, come parte della loro politica nazionale di sostegno alla povertà emessa dal Consiglio di Stato e dall'Amministrazione nazionale dell'energia, con lo scopo di migliorare le entrate della popolazione locale. Il governo dello Shanxi ha investito 200 milioni di CNY (29 milioni di dollari) per sovvenzionare 100 kW di centrali solari distribuite in 300 villaggi nelle 58 province più povere³²⁶. La promozione delle energie rinnovabili è un passo in avanti verso la riduzione della domanda di carbone come fonte di energia elettrica, oltre a ridurre la potenza esercitata dall'industria nella provincia. Per le energie rinnovabili collegate alla rete e considerando la sovraccapacità effettiva dell'elettricità generata dal carbone, è molto importante definire politiche chiare per ogni fonte di generazione, favorendo tecnologie pulite per alimentare l'elettricità nella rete. In passato, le politiche che sfavorivano la generazione di carbone hanno portato alla riduzione dei generatori di energie rinnovabili. Lo sviluppo di una forte industria di energia rinnovabile nello Shanxi può anche essere fonte di creazione di posti di lavoro e di sviluppo economico. La promozione del turismo basata sul patrimonio culturale dello Shanxi è anche in discussione. Nel 2016, il governo cinese ha lanciato un'iniziativa sul turismo per alleviare la povertà nelle regioni con risorse naturali e culturali in più di 1.000 contee in tutta la nazione. Più di 20 progetti nello Shanxi sono stati inclusi in questo programma di riduzione della povertà. Queste iniziative sono importanti, dalla prospettiva di attrarre nuovi investimenti, mantenendo un certo impiego nelle comunità minerarie e preservando anche l'identità della comunità e la storia locale delle comunità minerarie. Schemi simili sono stati sviluppati nel Galles meridionale e in altre ex regioni produttrici di carbone. Il governo dello Shanxi punta anche ad aumentare la spesa per ricerca e sviluppo e innovazione. Nel 2015, la ricerca e lo sviluppo nello Shanxi rappresentavano solo l'1,37 per cento del PIL, inferiore a quella del livello nazionale del 2,07 per cento. Il governo prevede di aumentare gli investimenti in R & S fino al 2,5% del PIL locale entro il 2020³²⁷. Il governo attuerà una politica di riduzione delle imposte per incoraggiare le imprese private e le società private a investire in ricerca e sviluppo. La promozione della R & S è una parte fondamentale della strategia per generare nuova attività economica.

³²⁴ GSI Report, At the Crossroads: Balancing the financial and social costs of coal transition in China, 2017

³²⁵ Shanxi Development and Reform Commission, 2016

³²⁶ PV magazine, Risen Energy to invest \$1.58 billion to expand Chinese production facilities, 13 Marzo 2018

³²⁷ Shanxi Sciences and Technology Bureau, 2017

Il ruolo dei fattori sociali nell'aiutare le comunità a sopravvivere attraverso le transizioni dell'industria carboniera non è così ovvio. Eppure sono estremamente importanti. I lavori minerari storicamente hanno fornito stabilità e prosperità per molte persone, consentendo loro di costruire un tessuto sociale con tradizioni di solidarietà e auto-miglioramento. Come la transizione dell'industria del carbone prende effetto, la disoccupazione e la migrazione potrebbero portare a una rottura delle relazioni sociali che porterebbe all'aumento di problemi sociali, compresa la disgregazione della famiglia, l'alcolismo e l'abuso di droghe. La povertà causata dalla disoccupazione di massa è anche un fattore chiave per la coesione della comunità.³²⁸ Diverrà quindi essenziale sviluppare dei fondi per aiutare questa fascia della popolazione in difficoltà, fornendo aiuti economici per sostenere i disoccupati. A sua volta, questo reddito si riverserà nel settore dei servizi e aiuterà a prevenire una crisi di un collasso economico su vasta scala. Le spese per il benessere acquistano effettivamente tempo durante il quale è possibile sviluppare e implementare soluzioni e alternative. In Spagna e nel Sud Galles, i sistemi di welfare hanno preso il via per prevenire la povertà estrema; tuttavia, il relativamente più generoso sistema di pensionamento anticipato in Spagna ha limitato gli impatti economici mentre le valli del Galles del sud hanno faticato a riprendersi dalla crisi degli anni '80.³²⁹

Tuttavia, questi programmi di spesa sociale non sono privi di svantaggi. La fornitura di fondi sotto forma di programmi di benessere possono affrontare i bisogni materiali, ma non fornisce il senso di scopo che il ruolo del lavoro tiene nella vita moderna. Le persone non hanno alcun desiderio di vivere nelle dispense, ma senza mezzi alternativi per mantenersi, potrebbero trovarsi intrappolati. Se fuori-lavoro i benefici sono generosi, può essere estremamente difficile lasciarli indietro alla ricerca di nuove opportunità. I sistemi di welfare devono essere progettati con cura per tentare di anticipare e allontanarsi conseguenze negative. La disoccupazione porta alla migrazione di massa, in particolare per i giovani e ben qualificati. Migrazione può portare a una perdita di capitale sociale e privare le comunità di persone qualificate con il potenziale per generare rinnovamento. Senza prospettive di rigenerazione, è possibile che alcune comunità possano far fronte a forte declino. Le politiche efficaci devono cercare di mantenere le comunità vitali, provvedere ai bisogni materiali delle comunità e provvedere ai bisogni delle persone per mantenere il controllo sulla propria vita e avere prospettive per il futuro. Il problema della disoccupazione è ben compreso nello Shanxi. Le risposte politiche includono programmi che compensano i lavoratori licenziati e promuovono la riqualificazione e l'imprenditorialità. I casi studio hanno mostrato che la disoccupazione e la migrazione potrebbero portare alla rottura delle strutture comunitarie che portano a conseguenze sociali negative. Le politiche dovrebbe tenere conto non solo del numero di posti di lavoro persi o del costo dei programmi di assistenza sociale, ma anche dell'impatto sulle strutture comunitarie e sulla coesione sociale. C'è il rischio che le politiche, come quelle che promuovono gli investimenti interni nelle città vicine, possano incoraggiare

³²⁸ GSI Report, At the Crossroads: Balancing the financial and social costs of coal transition in China, 2017

³²⁹ GSI Report, At the Crossroads: Balancing the financial and social costs of coal transition in China, 2017

ulteriormente la migrazione e minare la struttura sociale nelle comunità di estrazione del carbone. In questo caso, i responsabili della politica devono soppesare il beneficio complessivo dai nuovi posti di lavoro, dalle entrate fiscali e dall'attività economica con il costo potenziale esacerbare i problemi sociali nelle comunità colpite.

Inoltre oltre al settore dei minatori che ovviamente più direttamente di altri sono colpiti da queste politiche, restano anche tutte quelle attività complementari quella parte del settore dei trasporti strettamente legato al carbone, il settore industriale che produce tutte le apparecchiature inerenti alla lavorazione del carbone e ogni ambito dell'economia di Pechino legato a questo minerale.

8) CONCLUSIONE

Questa tesi vuole dimostrare quale sia l'importanza di una attenta politica cinese nella gestione delle risorse carbonifere, e l'importanza dell'implementazione su larga scala delle tecnologie Carbon Capture and Storage, al fine di limitare le emissioni di CO₂ e rallentare il cambiamento climatico.

All'inizio della tesi si è visto che la problematica delle emissioni è un problema globale che sta affliggendo l'intera comunità. Si è anche visto come per molti anni questa questione sia stata in qualche maniera sottostimata e questo è il principale motivo per cui solo recentemente sono incominciate ad essere presentate contromisure serie contro questo problema. Solo negli ultimi anni i paesi hanno realizzato la pericolosità di questo fenomeno e hanno iniziato a prendersi pesanti responsabilità nella lotta a questo fenomeno. Il cambiamento climatico infatti non rappresenta un problema relativo solo allo scioglimento di qualche ghiacciaio o l'inaridimento di alcune aree del globo, ma è un pericolo per l'intera umanità, in quanto, se non accortamente limitato, potrebbe cambiare interamente la vita sulla terra portando a situazioni di catastrofi ambientali sempre più frequenti. Importanti passi avanti sono stati fatti durante la conferenza di Rio, la ratifica del protocollo di Kyoto, ma ancora più importante è stato l'accordo di Parigi. Durante tutti questi meeting gli stati hanno riconosciuto la gravità della situazione e hanno cercato di proporre e impegnarsi nel promuovere contromisure contro questo fenomeno, ma soprattutto durante l'accordo di Parigi si è visto questo impegno espandersi a livello globale. Tra i vari paesi che si sono impegnati nel ridurre le emissioni di CO₂ è spiccata la Cina, il gigante asiatico infatti è stato per gli ultimi anni il primo emettitore di emissioni e anche di misura rispetto al secondo, gli Stati Uniti. L'impegno che Pechino si è preso nel portare avanti i cambiamenti necessari sembra serio e infatti da diversi anni la Cina ha dimostrato di aver investito pesantemente nella ricerca e lo sviluppo di energie alternative, tuttavia a seguito dell'abbandono da parte degli Stati Uniti dell'accordo di Parigi, la comunità globale si chiede se la Cina sia in grado di assumere quel ruolo che prima l'America aveva in quanto leader nella lotta al cambiamento climatico. Tutti infatti sanno che il gigante asiatico è uno dei principali paesi emettitori di CO₂ del pianeta, e solo di recente ha iniziato ad affrontare il problema in maniera seria, tuttavia, a fronte dell'impegno politico ed economico che Pechino ha dimostrato nel cercare di cambiare la situazione, si capisce che la Cina sia pronta per la sfida che l'attende.

Questa presa di posizione da parte di una nazione che per anni ha rappresentato il principale nemico dell'ambiente ci fa capire quanto la situazione sia seria, infatti la Cina nell'impegnarsi in questa sfida si trova a dover limitare le sue emissioni e dunque anche cambiare il suo consumo energetico. Il motivo principale per cui la Cina per anni, e ancor'oggi è il paese che inquina di più al mondo è perché alla base del suo sviluppo economico c'è il carbone. La Cina ne è ricca, inoltre dato il lungo periodo di chiusura al mondo, che il partito comunista ha imposto, solo negli ultimi 40 anni si è cominciato attivamente ad esplorare l'utilizzo di altri fonti di energia. Inoltre il carbone è una delle fonti di energia meno costose e in qualche maniera abbastanza performante da permettere uno sviluppo industriale su larga scala. Questa serie di fattori ha fatto sì che il

carbone sia diventato il pilastro dello sviluppo economico e sociale cinese, in quanto per anni ha soddisfatto più del 60% del fabbisogno energetico. Questa considerazione va messa nell'ottica che la Cina è un paese da circa un miliardo e quattrocento milioni di persone, con una economia che per anni è stata principalmente votata all'industria e che negli ultimi anni ha avuto tassi di crescita vertiginosi. Tutto questo l'ha portata a divenire il primo consumatore di energia a livello mondiale e la consapevolezza che più del 60% di questa energia proviene dal carbone, una delle fonti energetiche più inquinanti al mondo, ci fa capire il ruolo che questo paese ha avuto nel peggiorare la situazione ambientale.

Pechino è conscio di questa sua responsabilità, sa quale retaggio si porta dietro, e proprio per questo la volontà di cambiare è forte. A maggior ragione, guardando un paese che ha portato avanti una crescita economica a ritmi serrati, guidata dal pugno di ferro del partito che di piano quinquennale in piano quinquennale ha creato le linee guida della crescita economica, ci si può aspettare che le linee guida di prevenzione al cambiamento climatico siano efficaci e siano seguite più o meno alla lettera. Questa considerazione rinforza in qualche maniera la fiducia che la Cina possa davvero essere il nuovo paladino dell'ambiente e in qualche maniera lasciarsi indietro il suo passato.

L'impatto che il carbone ha lasciato resta però una traccia indelebile, bisognerà lavorare molto prima che la situazione migliori e tutt'oggi la Cina risulta uno dei paesi con la peggiore qualità dell'aria al mondo. Questo problema è principalmente dovuto dal fatto che il carbone sia ancora oggi consumato in gran quantità non solo dalle industrie, ma anche dai privati cittadini come fonte di calore durante l'inverno. Spesso durante le stagioni fredde le grandi città, come appunto Pechino vengono avvolte da nebbie di smog dovute al grande consumo del carbone proprio in quanto fonte di riscaldamento. Questo è solo uno dei molti risvolti in cui il carbone viene utilizzato all'interno della comunità cinese, infatti tutto il mondo industriale si basa su esso. Diventa quindi impellente per la Cina, che oramai si vuole presentare al mondo come il nuovo difensore dell'ambiente, riuscire a risolvere questo problema. Infatti se si dovesse anche immediatamente smettere l'utilizzo del carbone, l'impatto delle emissioni lasciato è troppo grande e verrebbe mitigato solo col tempo. Quindi è necessario per Pechino sviluppare una strategia a medio termine per smettere l'utilizzo del carbone e limitare le emissioni che da esso dipendono.

Per questo motivo gli investimenti nelle energie rinnovabili o fonti meno inquinanti sono stati notevoli e oggi la Cina è il primo investitore in energia rinnovabile, nonché il primo produttore al mondo. Sebbene questi passi in avanti siano impressionanti, la comunità globale deve chiedersi se siano sufficienti, infatti il passaggio ad un'economia sostenuta da energie rinnovabili sembra essere un futuro non molto distante, ma durante la fase di passaggio c'è da chiedersi se le contromisure prese sono sufficienti. Esiste infatti una fase di passaggio in cui l'economia cinese dovrà lasciare la sua dipendenza dal carbone per passare all'impiego delle energie rinnovabili, tuttavia sarà una cosa graduale in quanto è impensabile abbandonare la propria principale fonte energetica immediatamente. Questa fase avviene durante un momento in cui l'economia cinese è ancora in

espansione e non è improbabile che la richiesta di energia continui ad aumentare, dunque durante l'abbandono del carbone, che vedrebbe la percentuale di energia dipendente da esso diminuire, la quantità di energia totale richiesta potrebbe crescere e quindi mantenere costante o diminuire relativamente poco la richiesta di carbone. A fronte di una diminuzione percentuale sul totale della richiesta di carbone potrebbe avvenire un aumento generale della richiesta di energia e quindi mantenere alta la richiesta di carbone. Bisogna inoltre considerare la mole dello stato cinese, la quantità di carbone consumata infatti è altissima in termini assoluti e siccome la fase di transizione durerà diversi decenni c'è da chiedersi quanto possano le emissioni di CO2 peggiorare la nostra situazione ambientale durante questo periodo.

Il problema quindi diventa non solo quando e come la Cina riuscirà a liberarsi del carbone come fonte di energia, ma durante la fase di transizione, come farà a limitare gli impatti della CO2 emessa. Purtroppo a livello ambientale siamo in una fase critica, l'utopico limite di 1.5°C da non superare per evitare catastrofi ambientali è già compromesso, ora si guarda già ad un limite di 2°C, questo è segno del fatto che il limite di manovra che abbiamo si assottiglia sempre più ogni anno che passa. La velocità con cui raggiungere una situazione stabile a livello climatico è oramai una priorità di tutti gli stati, più tempo passerà senza raggiungerla più saremo esposti a continui pericoli ambientali. In questo quadro la transizione cinese da un sistema dipendente dal carbone ad uno senza diventa un problema di fondamentale importanza. Non deve infatti essere solo veloce, ma limitare anche gli effetti negativi che il sistema già innestato continuerà ad avere durante il periodo di cambiamento.

In quest'ottica la tecnologia di Carbon Capture and Storage acquisisce un'importanza strategica. Questa tecnologia permetterebbe alle fabbriche già esistenti di continuare ad utilizzare il carbone come fonte energetica, quindi senza destabilizzare il sistema produttivo cinese, e allo stesso tempo di catturare la CO2 emessa durante la combustione e limitare il danno ambientale. Questo significherebbe dare più tempo al paese di organizzare un'efficace transizione senza indebolire l'economia presente e limitando notevolmente il danno ambientale. Questo tipo di tecnologia infatti permetterebbe alla Cina di continuare a sfruttare i propri giacimenti carboniferi, togliendo il rischio dell'inquinamento dovuto da essi. Questo aspetto è piuttosto importante per l'economia cinese, perché ristrutturare l'intero sistema energetico che sostiene l'industria richiederà molto tempo e il governo non può permettersi in questa fase di crescita di avere un settore secondario rallentato da carenze energetiche, dovute all'impossibilità di utilizzare il carbone come fonte. Infatti per evitare l'alto tasso di emissioni smettere di utilizzare il carbone risulta fondamentale, ma per un'economia come quella cinese è al momento impossibile. Diventa quindi fondamentale capire come sfruttare la risorsa in questione limitando i danni che essa provoca. La tecnologia Carbon Capture and Storage è mirata esattamente ad un risultato come questo, inoltre una volta catturato il carbonio a seguito della combustione del carbone, questo materiale può essere riutilizzato per altri scopi, passando da un ruolo meramente nocivo per l'ambiente ad uno utile a livello economico.

Questo permetterebbe alla Cina di mantenere attivo il suo attuale sistema produttivo e energetico senza subire forti contraccolpi. Garantirebbe a Pechino la possibilità di proseguire i suoi piani di sviluppo senza rallentamento e limitando l'impatto ambientale dovuto alla crescita economica del gigante asiatico. Così facendo darebbe il tempo necessario alla Cina di sviluppare le corrette politiche energetiche per riuscire ad avere un efficace settore sorretto da energie rinnovabili o dal potenziale inquinante molto basso. Data la mole dello stato in questione questo passaggio è tutt'altro che facile, milioni di lavoratori sono impiegati nell'industria carbonifera, quindi è necessario gestire l'impatto sociale di questa trasformazione in maniera molto attenta. Inoltre al momento le energie rinnovabili non sono ancora abbastanza efficacemente sviluppate per farsi carico di soddisfare la domanda energetica della Cina. Diversi problemi affliggono questo settore, che sebbene in crescita e sostenuto da cospicui investimenti, fa fatica a imporsi come reale alternativa al carbone.

Molte delle fattorie solari e eoliche si trovano molto lontane dai principali centri produttivi cinesi, e anche le dighe idroelettriche sono piuttosto isolate; per questi motivi la trasmissione energetica da queste fonti alle zone produttive è molto importante. Purtroppo su questo campo la Cina sta ancora investendo tanto e spesso molta dell'energia attualmente prodotta non può essere utilizzata proprio perché durante il trasporto se ne perde molta o perché le zone in cui è prodotta sono mal collegate. Inoltre anche lo sviluppo di queste fonti di energia rinnovabili sta avvenendo in maniera piuttosto pericolosa. Spesso non si guarda alla qualità dell'investimento quanto alla velocità e alla quantità di energia che esso può produrre. In questa maniera Pechino è riuscito ad aumentare la propria capacità di produzione di energia verde in maniera vertiginosa, ma il reale apporto di questa al paniere nazionale resta piuttosto scarso. Inoltre alcuni degli investimenti hanno devastato interi ecosistemi e messo in serio pericolo le comunità locali, questo perché in funzione di aumentare la propria capacità produttiva quanto prima possibile, le politiche energetiche nazionali stanno avendo atteggiamenti negligenti nei confronti degli effetti che questi nuovi impianti avranno sull'ecosistema locale.

Per evitare di trasformare il settore di energia rinnovabile in una nuova fonte di problemi ambientali, la Cina dovrebbe iniziare a pianificare più cautamente i propri investimenti. A questo fine, continuare ad usare il carbone senza spingere troppo su un passaggio rapido all'energia verde potrebbe essere una buona soluzione. Infatti il sistema di sfruttamento, approvvigionamento e utilizzo del carbone è già ben rodato, mentre invece quello dell'energia rinnovabile è ancora da studiare per utilizzarlo correttamente.

Riguardo l'impiego di altre fonti energetiche per velocizzare l'abbandono del carbone come fonte energetica si possono nominare Gas e Nucleare. Queste sono ottime opzioni, tuttavia al momento mancano dei corretti investimenti e politiche per trasformarli nei nuovi pilastri energetici che sostituiranno il carbone. Sicuramente saranno parte importante del paniere energetico nel futuro, tuttavia non sono un driver sufficiente per velocizzare l'abbandono del carbone come principale fonte energetica per la Cina.

Questa situazione dimostra come al momento il carbone non abbia, almeno in Cina, una reale alternativa. Questo perché, data la dimensione del paese e la complessità della sua economia, è difficile ricreare un sistema energetico alternativo e efficiente in grado di soppiantare il carbone. Questo ovviamente spiega il perché la fase di transizione impiegherà diversi decenni e il perché avere una soluzione su come mitigare le emissioni di CO₂ che si avranno diventa necessario. L'altro grande problema che il governo si trova ad affrontare è il metodo tramite cui gestire il cambiamento del settore energetico, infatti l'industria carbonifera rappresenta milioni di posti di lavoro, ristrutturare il settore e trovare nuovi posti di lavoro per il personale è una manovra che richiederà anni e che dunque bisognerà pianificare con cautela per non creare terremoti sociali.

Il motivo principale per cui la tecnologia Carbon Capture and Storage non è stata ancora ampiamente diffusa è soprattutto legato ad un motivo di prezzo. Infatti essa è molto costosa e necessita ancora di ulteriori ricerche per riuscire a perfezionare i processi. Questi motivi hanno scoraggiato alcuni investitori e per questo anche al giorno d'oggi è poco considerata, tuttavia la tecnologia CCS rappresenta la perfetta soluzione per un paese come la Cina. Infatti non solo aiuterebbe a risolvere in maniera chirurgica uno dei principali problemi cinesi, ma la Cina stessa è un tipo di paese che avrebbe i mezzi per sviluppare su larga scala una tecnologia simile. Già in passato infatti Pechino ha dato prova di riuscire a organizzare su scala nazionale la crescita, lo sviluppo e la commercializzazione di certi tipi di tecnologie a seconda delle necessità della nazione. La Cina infatti ha sia il sistema centralizzato adatto che le risorse finanziarie per sostenerlo e dunque potrebbe portare avanti lo sviluppo di una simile tecnologia. Questo aspetto è spesso non considerato, ma, per esempio, è uno dei motivi principali per cui la Cina è oggi uno dei principali produttori di energia rinnovabile. Il governo ha stilato un programma, ha stanziato una serie di investimenti, e tramite politiche mirate ha spinto lo sviluppo e la ricerca di fonti di energia rinnovabili creando un mercato ricettivo e aziende competitive nel settore. Questa opportunità si presenta anche per il settore di tecnologie che catturano la CO₂, si tratta di un tipo di tecnologia su cui si può ancora lavorare, per il quale esiste un potenziale mercato molto ricettivo e che quindi necessita di una serie di investimenti iniziali per diventare appetibile per le aziende interessate. Le imprese interessate a questo tipo di tecnologia in Cina, un paese basato sul consumo del carbone, sono praticamente l'intero parco di imprese cinesi.

Si tratta di una situazione che metterebbe le tecnologie CCS in una posizione di primaria importanza e di rilevanza assoluta. Esse potrebbero essere la principale tecnologia in cui Pechino investirebbe per far fronte al problema ambientale. Inoltre a fronte di una serie di investimenti cospicui il costo degli impianti e il tempo necessario per l'installazione di questi diminuirebbero notevolmente, trasformandoli in scelte sempre più convenienti. Una situazione del genere, risulterebbe anche molto conveniente per gli altri stati, che potrebbero sfruttare il knowhow cinese per iniziare ad importare e installare queste tecnologie per sfruttarne il potenziale. Al momento infatti il principale motivo per cui questa scelta non viene utilizzata è perché i costi

sono ancora proibitivi, ma se Pechino dovesse farsi carico di sviluppare e commercializzare questa tecnologia, probabilmente la richiesta aumenterebbe in maniera esponenziale. La Carbon Capture and Storage diventa quindi non solo una possibile soluzione per la prevenzione delle emissioni di CO₂, ma anche un interessante settore in cui le aziende cinesi potrebbe svilupparsi e diventare leader a livello mondiale. È molto probabile che una volta che il prezzo sia divenuto ragionevole, questo tipo di tecnologia possa essere commercializzato in tutti i paesi in via di sviluppo che spesso sono ancora dipendenti dal carbone.

Questa possibilità lancia una nuova luce sullo sviluppo della Carbon Capture and Storage infatti la trasforma da una mera necessità per combattere il cambiamento climatico, in una nuova situazione economicamente molto interessante per le aziende cinesi. Dunque sia la necessità, dovuta al cambiamento ambientale e al bisogno di ristrutturare il proprio settore energetico, nonché la profittabilità della tecnologia coinvolta potrebbero essere driver che spingono la Cina ad adottare e sviluppare su larga scala la tecnologia CCS. Molto deve essere ancora migliorato per trasformare questi sistemi in scelte affidabili, ma nell'ottica che Pechino voglia davvero assumere il ruolo di guida globale nella lotta ambientale, questa tecnologia offre la giusta risposta all'impellente bisogno di Pechino di limitare le sue emissioni di CO₂, che ancora oggi, secondo molti studiosi, sono il principale problema cinese. Infatti considerando le dimensioni di un paese come la Cina, considerando le emissioni di cui è responsabile, circa 11735 milioni di tonnellate nel 2017³³⁰, il tipo di mix energetico che ha, dove il carbone era ancora il 58% nel 2016³³¹ e infine considerando che il carbone è il principale responsabile tra i combustibili fossili riguardo le emissioni di CO₂, si capisce quanto pericoloso sia continuare a sottovalutare l'impatto ambientale che questa situazione sta avendo.

La Cina è il paese che più efficacemente può abbassare i costi di produzione della tecnologia Carbon Capture e aumentarne l'efficienza ed è anche il paese che in questa precisa fase del suo sviluppo, ne ha più bisogno, è dunque molto probabile che nel breve futuro si vedrà sempre più impiegata questa tecnologia. Questa scelta può sia aiutare a salvaguardare l'ambiente che aiutare la Cina in un periodo di difficile transizione, dando a Pechino quell'aura di leader globale che tanto sembra cercare oggi. È dunque possibile e auspicabile che il problema che il carbone oggi pone sia preso a cuore proprio dal paese che lo ha adottato come proprio trampolino di lancio, sia come dimostrazione di voler cambiare, sia perché è necessario e forse la Cina è il paese che può farlo più rapidamente.

³³⁰ Climate Action Tracker, China

³³¹ IEA, World Energy Outlook, 2017

FONTI

BIBLIOGRAFIA – LIBRI, PAPERS, ARTICOLI DI GIORNALE

- Rose Adam. “China's solar capacity overtakes Germany in 2015, industry data show”. Reuters. Web. 21 Gennaio 2016. (<https://www.reuters.com/article/china-solar-idUSL3N15533U>)
- ADB (Asian Development Bank). (2017). *Green Growth Opportunities for Asia*. (<https://www.adb.org/sites/default/files/publication/224391/ewp-508.pdf>)
- Rathi Akshat. “China is the acid-test for a technology that could save the world from catastrophic climate change”. Quartz. Web. 15 Dicembre 2017. (<https://qz.com/1157788/china-is-the-acid-test-for-a-technology-that-could-save-the-world-from-catastrophic-climate-change/>)
- Codegoni Alessandro. “Il futuro dell’accumulo con il pompaggio: l’hydrostorage”. QualEnergia.it. Web. 23 Maggio 2016. (<https://www.qualenergia.it/articoli/20160523-il-futuro-dello-storage-con-il-pompaggio-hydrostorage/>)
- Singer Alison. “China’s Dam Environmental Problem”. World Watch Institute. Web. 4 Ottobre 2013. (<http://www.worldwatch.org/china%E2%80%99s-dam-environmental-problem-0>)
- Maddison Angus. (1998). *Chinese Economic Performance in the long run*. (<http://piketty.pse.ens.fr/files/Maddison07.pdf>)
- Frangoul Anmar. “China becomes a 'driving power' for solar energy with \$86.5 billion invested last year”. CNBC. Web. 6 Aprile 2018. (<https://www.cnbc.com/2018/04/06/china-becomes-a-driving-power-for-solar-energy-with-86-point-5-billion-invested-last-year.html>)
- Gowen Annie, Denyer Simone. “As U.S. backs away from climate pledges, India and China step up”. The Washington Post. Web. 1 Giugno 2017. (https://www.washingtonpost.com/world/asia_pacific/as-us-backs-away-from-climate-pledges-india-and-china-step-up/2017/06/01/59ccb494-16e4-4d47-a881-c5bd0922c3db_story.html?utm_term=.700aa71c20689)
- Arbolino R., Romano O. (2014). *A methodological approach for assessing policies: the case of the Environmental Tax Reform at European level*. Riv. Procedia Economics and Finance volume 17: 202-210
- Neslen Arthur. “China to generate a quarter of electricity from wind power by 2030”. The Guardian. Web. 20 Giugno 2016. (<https://www.theguardian.com/environment/2016/jun/20/china-to-generate-a-quarter-of-electricity-from-wind-power-by-2030>)

- Chaturvedi Ashish, Saluja Manjeet S., Banerjee Abhijit, Arora Rachna. (2014). *Environmental Fiscal Reform*. Riv. IIMB Management Review volume 26: 193-205
- Asian Development Bank. (2015). *Roadmap for Carbon Capture and Storage demonstration and deployment in the people's Republic of China*.
(<https://www.adb.org/sites/default/files/publication/175347/roadmap-ccs-prc.pdf>)
- Rathi Askhat, Huang Echo. "The complete guide to the world's largest carbon market that just launched in China". Quartz. Web. 19 Dicembre 2017. (<https://qz.com/1159667/china-is-launching-the-worlds-largest-carbon-market/>)
- Chakraborty Barnini. "Paris Agreement on climate change: US withdraws as Trump calls it 'unfair'". Fox News. Web. 1 Giugno 2017. (<https://www.foxnews.com/politics/paris-agreement-on-climate-change-us-withdraws-as-trump-calls-it-unfair>)
- Bellona.org. "CCS – A necessity to countering China's persisting coal growth". Bellona.org. Web. 3 Marzo 2015. (<http://bellona.org/news/ccs/2015-03-ccs-necessity-countering-chinas-persisting-coal-growth>)
- Walker Beth, Qin Liu. "The Hidden Costs of China's Shift to Hydropower". The Diplomat. Web. 29 Luglio 2015. (<https://thediplomat.com/2015/07/the-hidden-costs-of-chinas-shift-to-hydropower/>)
- Bloomberg NEF. *China Is Adding Solar Power at a Record Pace*". Bloomberg NEF. Web. 19 Luglio 2017. (<https://about.bnef.com/blog/china-is-adding-solar-power-at-a-record-pace/>)
- Bloomberg New Energy Finance. (2017). *China's Renewables Curtailment and Coal Assets Risk Map*. (https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2017/10/Chinas-Renewable-Curtailment-and-Coal-Assets-Risk-Map-FINAL_2.pdf)
- Bloomberg News. "China Can Expect a Surge in Offshore Wind Farms, Goldwind Says". Bloomber News. Web. 11 Gennaio 2017. (<https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-01-11/china-can-expect-a-surge-in-offshore-wind-farms-goldwind-says>)
- Viikkokatsaus Bofit. "Coal will still account for over half of Chinese power generation in 2030". Bofit. Web. (https://www.bofit.fi/en/monitoring/weekly/2017/vw201748_6/)
- Publicover Brian. "Risen Energy to invest \$1.58 billion to expand Chinese production facilities". PV Magazine. Web. 13 Marzo 2018. (<https://www.pv-magazine.com/2018/03/13/risen-energy-to-invest-1-58-billion-to-expand-chinese-production-facilities/>)
- Spaen Brian. "China Already Exceeded Their 2020 Goal For Solar Energy Capacity". Green Matter. Web. 25 Agosto 2017. (<https://www.greenmatters.com/news/2017/08/25/11tr&c/china-passes-2020-goal-solar-energy>)

- Business & Development Sustainable Commission. (2017). *Better Business Better World: Sustainable Business Opportunities in Asia* (<http://report.businesscommission.org/uploads/Better-Business-Better-World-Asia.pdf>)
- Dunn Candace. "Natural gas serves a small, but growing, portion of China's total energy demand". U.S. Energy Information Administration. Web. 18 Agosto 2018. (<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=17591>)
- Carbon Trust. (2014). *Detailed appraisal of the offshore wind industry in China*. (<https://www.carbontrust.com/media/510530/detailed-appraisal-of-the-offshore-wind-industry-in-china.pdf>)
- Carbon Trust. (2014). *Offshore Wind in China - Sharing the UK's policy experience*. (<https://www.carbontrust.com/resources/reports/technology/offshore-wind-in-china-sharing-uks-policy-experience/>)
- Carraro C., Mazzali A. (2015). *Il Clima che Cambia*. Bologna: Il Mulino
- Centre for Climate and Energy solutions. (2013). *U.S. Department for Energy Investment in Carbon, Capture and Storage (CCS)*. (<https://www.c2es.org/document/u-s-department-of-energy-investment-in-carbon-capture-and-storage/>)
- Harvey Chelsea. "Why China is having so many problems ramping up wind power". The Washington Post. Web. 23 maggio 2016. (https://www.washingtonpost.com/news/energy-environment/wp/2016/05/23/how-china-is-blowing-its-chance-to-lead-the-world-in-wind-energy/?utm_term=.831ac29491c9)
- Aizhu Chen. "China's soaring natural gas output unable to meet demand set loose in pollution fight". Reuters. Web. 5 Febbraio 2018. (<https://www.reuters.com/article/us-china-pollution-gas-production/chinas-soaring-natural-gas-output-unable-to-meet-demand-set-loose-in-pollution-fight-idUSKBN1FP006>)
- Aizhu Chen. "China's soaring natural gas output unable to meet demand set loose in pollution fight". Reuters. Web. 5 Febbraio 2018. (<https://www.reuters.com/article/us-china-pollution-gas-production/chinas-soaring-natural-gas-output-unable-to-meet-demand-set-loose-in-pollution-fight-idUSKBN1FP006>)
- China Daily USA. "China's coal-rich Shanxi to restore mined-out areas". China Daily USA. Web. 24 Ottobre 2014. (http://usa.chinadaily.com.cn/business/2014-10/24/content_18795852.htm)
- China Dialogue. (2011). *China's Green Revolution Energy, Environment and the 12th Five-Year Plan*. (https://www.chinadialogue.net/UserFiles/File/PDF_ebook001.pdf)
- China Energy Group, Lawrence Berkeley National Laboratory. (2016). *Key China Energy Statistics 2016*. (<https://china.lbl.gov/sites/default/files/misc/ced-9-2017-final.pdf>)

- China Energy Portal. “Tracking China's transition to sustainable energy”. China Energy Portal. Web. 6 Febbraio 2018. (<https://chinaenergyportal.org/en/2017-electricity-energy-statistics/>)
- Baraniuk Chris. “Future Energy: China leads world in solar power production”. BBC. Web. 22 Giugno 2017. (<https://www.bbc.com/news/business-40341833>)
- Climate Policy Initiative. (2015). *Slowing the Growth of Coal Power Outside China: The Role of Chinese Finance*. (<https://climatepolicyinitiative.org/publication/slowing-the-growth-of-coal-power-outside-china-the-role-of-chinese-finance/>)
- Compilation and Translation Bureau, Central Committee of the Communist Party of China Beijing. (2016). *The 13th five- year plan for economic and social development of the People’s Republic of China*. Beijing: Central Compilation & Translation Press
- Congressional Research Centre. (2018). *China’s Economic Rise: History, Trends, Challenges, and Implications for the United States*. (<https://fas.org/sgp/crs/row/RL33534.pdf>)
- Consiglio dell'Unione europea. “Accordo di Parigi sui cambiamenti climatici”. Consiglio dell'Unione europea. Web. (<https://www.consilium.europa.eu/it/policies/climate-change/timeline/>)
- Cornerstone magazine Volume 4 Issue 4. (2016). *The Urgent Need to Move From CCS Research to Commercial Development*. (https://www.worldcoal.org/file_validate.php?file=Cornerstone_2016winter.pdf)
- Daily Kos. “Sign the petition: I want my state and city to join the Paris climate agreement”. Daily Kos. Web. 1 Giugno 2016. (<https://www.dailykos.com/campaigns/petition/sign-the-petition-i-want-my-state-and-city-to-join-the-paris-climate-agreement>)
- Carrington Damian. “IPCC: rapid carbon emission cuts vital to stop severe impact of climate change”. The Guardian. Web. 2 Novembre 2014. (<https://www.theguardian.com/environment/2014/nov/02/rapid-carbon-emission-cuts-severe-impact-climate-change-ipcc-report>)
- Cusick Daniel. “China Blows Past the U.S. in Wind Power”. Scientific American. Web. 2 Febbraio 2016. (<https://www.scientificamerican.com/article/china-blows-past-the-u-s-in-wind-power/>)
- Etherington Darrel. “Elon Musk leaving Trump advisory councils following Paris agreement withdrawal”. TechCrunch. Web. 1 Giugno 2017. (<https://techcrunch.com/2017/06/01/elon-musk-leaving-trump-advisory-councils-following-paris-agreement-withdrawal/>)
- Magee Darrin, Hennig Thomas. “Hydropower boom in China and along Asia's rivers outpaces electricity demand”. The Third Pole. Web. 28 Aprile 2017. (<https://www.thethirdpole.net/en/2017/04/28/hydropower-boom-in-china-and-along-asias-rivers-outpaces-regional-electricity-demand/>)

- Roberts David. “By 2020, every Chinese coal plant will be more efficient than every US coal plant”. VOX journal. Web. 16 Maggio 2017. (<https://www.vox.com/energy-and-environment/2017/5/15/15634538/china-coal-cleaner>)
- Roberts David. “China made solar panels cheap. Now it’s doing the same for electric buses”. Vox. Web. 24 Luglio 2018. (<https://www.vox.com/energy-and-environment/2018/4/17/17239368/china-investment-solar-electric-buses-cost>)
- Stanway David. “China’s total nuclear capacity seen at 120-150 GW by 2030 – CGN”. Reuters. 14 Marzo 2016. (<https://af.reuters.com/article/topNews/idAFKCN1ME1FM-OZATP>)
- Stanway David. “COLUMN-China’s carbon goal shows coal growth has peaked: Wynn”. Reuters. Web. 7 Agosto 2013. (<https://www.reuters.com/article/us-china-carbon/china-carbon-emissions-in-retreat-after-structural-break-in-economy-study-idUSKBN1JS1Y4>)
- Stanway David. “Northern China ozone pollution getting worse: study”. Reuters. Web. 11 Aprile 2018. (<https://www.reuters.com/article/us-china-pollution-ozone/northern-china-ozone-pollution-getting-worse-study-idUSKBN1HIOLW>)
- Liangchun Deng. “Renewable energy can replace coal in China by 2050, says WWF”. China Dialogue. Web. 7 Aprile 2014. (<https://www.chinadialogue.net/blog/6879-Renewable-energy-can-replace-coal-in-China-by-2-5-says-WWF/en>)
- Department of Geography, University of Hawaii at Manoa, Greater Mekong Subregion Study Center, Yunnan University. (2012). *Hydropower Development in China: History and Narratives*. (<https://wle-mekong.cgiar.org/download/mk8-improving-hydropower-decision-making-processes-in-the-mekong/Annex%20II%20Hydropower%20Development%20in%20China%20History%20and%20Narratives.pdf>)
- Yu Dezhaoh, Qiu Huadong, Yuan Xiang, Li Yuan, Shao Changzheng, Lin You, Ding Yi. (2017). *Roadmap of retail electricity market reform in China: assisting in mitigating wind energy curtailment*. IOP Publishing Ltd (<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/52/1/012031/meta>)
- DW. “China coal consumption declines for third straight year”. DW. Web. 28 Febbraio 2017. (<https://www.dw.com/en/china-coal-consumption-declines-for-third-straight-year/a-37755092>)
- Feng Emily. “China moves towards launch of carbon trading scheme”. Financial Times. Web. 19 Dicembre 2017. (<https://www.ft.com/content/cd549b9a-e088-11e7-a8a4-0a1e63a52f9c>)
- Harrison Graham Emma. “China warned over 'insane' plans for new nuclear power plants”. The Guardian. Web. 25 Maggio 2015. (<https://www.theguardian.com/world/2015/may/25/china-nuclear-power-plants-expansion-he-zuoxiu>)

- Tham Engen. "China's Shanxi plans nine more coal mine closures this year". Reuters. Web. 14 Ottobre 2017. (<https://www.reuters.com/article/us-china-coal-shanxi/chinas-shanxi-plans-nine-more-coal-mine-closures-this-year-idUSKBN1CJ089>)
- Environmental Defense Fund, Energy Research Institute National Development and Reform Commission. (2017). *The Progress of China's Carbon Market*. (https://www.edf.org/sites/default/files/documents/The_Progress_of_Chinas_Carbon_Market_Development_English_Version.pdf)
- Ng Eric. "China's solar panel industry faces a year of reckoning amid global protectionism, slowing demand at home". South China Morning Post. Web. 16 Marzo 2018. (<https://www.scmp.com/business/companies/article/2137539/chinas-solar-panel-industry-faces-year-reckoning-amid-global>)
- Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ). (2013). *Environmental Fiscal Reform: Case Studies*. (<https://www.unosd.org/content/documents/710EFR%20Case%20Studies%20-%20GIZ%202013.pdf>)
- Hao Feng. "2.3 million Chinese coal miners will need new jobs by 2020". China Dialogue. Web. 7 Agosto 2017. (<https://www.chinadialogue.net/article/show/single/en/9967-2-3-million-Chinese-coal-miners-will-need-new-jobs-by-2-2->)
- Hao Feng. "Is China losing interest in nuclear power?". China Dialogue. Web. 19 Marzo 2018. (<https://www.chinadialogue.net/article/show/single/en/10506-Is-China-losing-interest-in-nuclear-power->)
- Harvey Fiona, Noble Kylie. "Massive carbon capture investment 'needed to slow global warming' ". The Guardian. Web. 4 Aprile 2016. (<https://www.theguardian.com/environment/2016/apr/04/massive-carbon-capture-investment-needed-to-slow-global-warming>)
- Wild Fiona. "Could China take the lead in CCS?". BHP. Web. 12 Ottobre 2017. (<https://www.bhp.com/media-and-insights/prospects/2017/10/could-china-take-the-lead-in-ccs>)
- Dikotter Frank. "Mao's Great Leap to Famine". The New York Times. Web. 15 Dicembre 2010. (<https://www.nytimes.com/2010/12/16/opinion/16iht-eddikotter16.html>)
- Urban Frauke, Nordensvard Johan. "China Dams the World: The Environmental and Social Impacts of Chinese Dams". E-International Relations. Web. 30 Gennaio 2014. (<https://www.e-ir.info/2014/01/30/china-dams-the-world-the-environmental-and-social-impacts-of-chinese-dams/>)
- G20 2016 China. (2016). *China's efforts to phase out and rationalise its inefficient fossil-fuel subsidies*.

https://www.oecd.org/site/tadffss/publication/G20%20China%20Peer%20Review_G20_FFS_Review_final_of_20160902.pdf)

- Wynn Gerard. “China expects to launch national carbon market in 2018”. Climate Home News. Web. 30 Maggio 2014. (<http://www.climatechangenews.com/2014/05/30/china-expects-to-launch-national-carbon-market-in-2018/>)
- Germanwatch, E3G. (2009). *Carbon Capture and Storage in China*. (https://www.e3g.org/docs/E3G_Germanwatch_CCS_in_China.pdf)
- Global Carbon Capture and Storage Institute. (2014). *The global Status of CCS 2014*. (<https://www.globalccsinstitute.com/publications/global-status-ccs-2014>)
- Global CCS Institute. (2011). *The costs of CCS and other low-carbon technologies*. (<https://hub.globalccsinstitute.com/sites/default/files/publications/195008/costs-ccs-other-low-carbon-technologies-united-states-2015-update.pdf>)
- Global CCS Institute. (2017). *Global costs of Carbon Capture and Storage*. (<https://www.globalccsinstitute.com/publications/global-costs-carbon-capture-and-storage>)
- Allison Graham. “What Xi Jinping Wants”. The Atlantic. Web. 31 Maggio 2017. (<https://www.theatlantic.com/international/archive/2017/05/what-china-wants/528561/>)
- Grantham Research Institute, The Centre for Climate Change Economics and Policy. (2015). *China’s “new normal”: structural change, better growth, and peak emissions*. (http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2015/06/Chinas_new_normal_green_stern_June_2015.pdf)
- Ma Guonan, Yi Wang. (2010). *China’s High Saving Rate: Myth and Reality*. (<https://econpapers.repec.org/article/ciicepiiie/2010-q2-122-1.htm>)
- Gu Hallie. “China to speed up closing small-scale coal mines to improve safety”. Reuters. Web. 12 Giugno 2017. (<https://www.reuters.com/article/china-coal-mining-idUSL3N1J93JY>)
- Gu Hallie. “China to speed up closing small-scale coal mines to improve safety”. Reuters. Web. 12 Giugno 2017. (<https://www.reuters.com/article/china-coal-mining/china-to-speed-up-closing-small-scale-coal-mines-to-improve-safety-idUSL3N1J93JY>)
- Mantripragada Hari Chandan, Rubina Edward S.. (2009). *CO2 reduction potential of coal-to-liquids (CTL) plants*. Riv. Energy Procedia Volume 1 Issue 1: 4331-4338
- Harini V. “US withdrawal from Paris agreement may affect climate change: former UN chief Ban Ki-moon”. CNBC. Web. 10 Luglio 2018. (<https://www.cnbc.com/2018/07/10/i-sincerely-hope-that-the-us-will-come-back-says-ban-ki-moon.html>)
- Gong He. (2004). *Future of China’s Hydropower: Speeding up development and sustainable development*. (http://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/energy/op/hydro_he_english.pdf)

- HE Jian-Kun. (2015). *An analysis of China's CO2 emission peaking target and pathway*. Riv. Advances in Climate Change Research Volume 5 Issue 4: 155-161
- Tabuchi Hiroko, Fountain Henry. "Bucking Trump, These Cities, States and Companies Commit to Paris Accord". The New York Times. Web. 1 Giugno 2017.
(<https://www.nytimes.com/2017/06/01/climate/american-cities-climate-standards.html>)
- Weilong Huang, Xiang Yin, Wenying Chen. (2014). *Prospective scenarios of CCS implementation in China's power sector: an analysis with China TIMES*. Riv. Energy Procedia Volume 61: 937-940
- ICCG (International Centre for Climate Governance), (China National Center for Climate Change Strategy and International Cooperation (NCSC). (2015). *An analysis of China's INDC*.
(http://www.iccgov.org/wp-content/uploads/2015/07/An-analysis-of-Chinas-INDC_July-23.pdf)
- IEA (International Energy Agency), CIAB (Coal Industry Advisory Board). (2005). *Reducing Greenhouse Gas Emissions The Potential of Coal*. (<https://www.iea.org/ciab/papers/ciab.pdf>)
- IEA (International Energy Agency), Energy Research Institute. (2011). *Technology Roadmap China Wind Energy Development Roadmap 2050*.
(https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/china_wind.pdf)
- IEA (International Energy Agency), Tsinghua University. (2017). *District Energy Systems in China Options for optimisation and diversification*.
(<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/DistrictEnergySystemsinChina.pdf>)
- IEA (International Energy Agency). (2008). *World Energy Outlook 2008*.
(<https://www.iea.org/media/weowebiste/2008-1994/WEO2008.pdf>)
- IEA (International Energy Agency). (2009). *Cleaner Coal in China*.
(https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/coal_china2009.pdf)
- IEA (International Energy Agency). (2011). *CCS IN CHINA: Aspects of Financing*.
(https://www.iea.org/media/workshops/2011/wpffbeijing/11_Levina.pdf)
- IEA (International Energy Agency). (2012). *Facing China's Coal Future: Prospects and Challenges for Carbon Capture and Storage*. (<https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5k9fdwthx630-en.pdf?expires=1538497958&id=id&accname=guest&checksum=3519E9B42F87B22F38585869915607E4>)
- IEA (International Energy Agency). (2015). *Energy and Climate Change*.
(<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2015SpecialReportonEnergyandClimateChange.pdf>)
- IEA (International Energy Agency). (2016). *The potential for equipping China's existing coal fleet with carbon capture and storage*.
(<https://www.iea.org/publications/insights/insightpublications/ThePotentialforEquippingChinasExistingCoalFleetwithCarbonCaptureandStorage.pdf>)

- IEA (International Energy Agency). (2017). *CO2 emissions from fuel combustion*. (<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/CO2EmissionsfromFuelCombustionHighlights2017.pdf>)
- IEA (International Energy Agency). (2017). *Coal information: Overview*. (<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/CoalInformation2017Overview.pdf>)
- IEA (International Energy Agency). (2017). *Southeast Asia Energy Outlook 2017*. (https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2017SpecialReport_SoutheastAsiaEnergyOutlook.pdf)
- IEA (International Energy Agency). (2017). *World Energy Outlook 2017: China, Executive Summary*. (<https://www.iea.org/Textbase/npsum/weo2017SUM.pdf>)
- IEEFA (Institute for Energy Economics and Financial Analysis). (2018). *Solar is driving a global shift in electricity markets*. (<http://ieefa.org/wp-content/uploads/2018/05/IEEFA-Global-Solar-Report-May-2018.pdf>)
- IEEJ (The Institute of Energy Economics, Japan) .(2003). *Prospects for the Supply and Demand of Coal and Related Coal Transportation Issues in China*. (<https://eneken.ieej.or.jp/en/data/pdf/220.pdf>)
- IHA (International Hydropower Association). (2018). *2018 Hydropower Status Report*. (<https://www.hydropower.org/publications/2018-hydropower-status-report>)
- IIED (International Institute for Environment and Development). (2015). *China's path to a green economy Decoding China's green economy concepts and policies*. (<https://www.scribd.com/document/345106227/China-s-Path-to-a-Green-Economy>)
- IISD (International Institute for Sustainable Development), Climate Bonds, Foreign & Commonwealth office; (2016). *Roadmap for China: Scaling up green Bond Market Issuance*. (https://www.climatebonds.net/files/files/CBI-IISD-Paper2-Final-01B_A4.pdf)
- IISD (International Institute for Sustainable Development), Climate Bonds, Foreign & Commonwealth office. (2016). *Roadmap for China: Using green securitisation, tax incentives and credit enhancements to scale green bonds*. (<https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/greening-securitisation-tax-incentives-credit-enhancements-green-bonds-en.pdf>)
- IISD (International Institute for Sustainable Development), CNREC (China National Renewable Energy Centre). (2013). *Green Revenues for Green Energy: Environmental fiscal reform for renewable energy technology deployment in China*. (<https://www.iisd.org/library/green-revenues-green-energy-environmental-fiscal-reform-renewable-energy-technology>)

- IISD (International Institute for Sustainable Development), DRC (Finance Research Institute), The Inquiry into the Design of a Sustainable Financial System, Fridtjof Nansen Institute. (2015). *Greening China's Financial System*. (<https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/greening-chinas-financial-system.pdf>)
- IISD (International Institute for Sustainable Development), Global Subsidies Initiative. (2016). *Wind Power in China: A cautionary tale*. (<https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/wind-power-in-china-cautionary-tale.pdf>)
- IISD (International Institute for Sustainable Development), Global Subsidies Initiative. (2016). *Subsidies to Coal Power Generation in China*. (<https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/subsidies-coal-power-generation-china.pdf>)
- IISD (International Institute for Sustainable Development), Global Subsidies Initiative. (2017). *Stopping Payments to Polluters: Clearing the air with fossil fuel subsidy reform in China and India*. (<https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/stopping-payments-polluters-ffs-reform-china-india.pdf>)
- IISD (International Institute for Sustainable Development), Global Subsidies Initiative. (2017). *At the Crossroads: Balancing the financial and social costs of coal transition in China*. (<https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/crossroads-balancing-financial-social-costs-coal-transition-china.pdf>)
- IISD (International Institute for Sustainable Development). (2015). *The End of Coal: Ontario's coal phase-out*. (<https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/end-of-coal-ontario-coal-phase-out.pdf>)
- IISD (International Institute for Sustainable Development). (2016). *Sustainability Impacts of Chinese Outward Direct Investment: A review of the literature*. (<https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/sustainability-impacts-chinese-outward-direct-investment-literature-review.pdf>)
- IISD (International Institute for Sustainable Development). (2016). *Stories of Coal Phase-Out: Lessons learned for China*. (<https://www.iisd.org/library/stories-coal-phase-out-lessons-learned-china>)
- IISD (International Institute for Sustainable Development). *19th Session of the Conference of the Parties to the UNFCCC*. (2013). (<http://sdg.iisd.org/events/conference-of-the-parties-to-the-unfccc/>)
- Institute for Labor Studies Ministry of Human Resources and Social Security. (2010). *Study on Green Employment in China*. (http://apgreenjobs.ilo.org/resources/study-on-green-employment-in-china/at_download/file1)

- IPCC (Intergovernmental Panel for Climate Change). (2014). *Climate Change 2014 Synthesis Report*. (https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf)
- Alloisio Isabella, ICCG, FEEM e CMCC. (2014). *Public-Private Partnerships: a focus on Energy Infrastructures and Green Investments* (http://www.iccgov.org/wp-content/uploads/2015/05/22_Reflection_April-2014.pdf)
- Istituto Affari Internazionali, Torino World Affairs Institute. (2017). *L'urbanizzazione in Cina: traguardi e nuove sfide*. Riv. Orizzonte Cina volume 8 N.4
- Jacques M. (2012). *When China rules the World*. New York: Penguin Books
- Ayre James. "Safety Problems Again Delay China's Sanmen Westinghouse AP1000 Nuclear Energy Project". Clean Technica. Web. 15 Febbraio 2018. (<https://cleantechnica.com/2018/02/15/safety-problems-delay-chinas-sanmen-westinghouse-ap1000-nuclear-energy-project/>)
- Mayger James. "China's 2015 GDP Was Exaggerated By Fake Data, Analysis Shows". Bloomberg. Web. 11 Febbraio 2018. (<https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-02-01/china-s-2015-gdp-puffed-up-by-fake-economic-data-analysis-shows>)
- Xiaowei Jia, Qi Sun, Yanfeng Gao. (2011). *New Approaches to the Green Economy of China in the Multiple Crises*. Riv. Energy Procedia volume 5: 1365-1370
- Kejun Jiang, Woetzel Jonathan. "China's Renewable-Energy Revolution". Project Syndicate. Web. 21 Agosto 2017. (<https://www.project-syndicate.org/commentary/china-renewable-energy-revolution-by-jiang-kejun-and-jonathan-woetzel-2017-08?barrier=accesspaylog>)
- Kejun Jiang, Woetzel Jonathan. "How China is leading the renewable energy revolution". World Economic Forum, Project Syndicate. Web. 29 Agosto 2017. (<https://www.weforum.org/agenda/2017/08/how-china-is-leading-the-renewable-energy-revolution>)
- McCarthy Joe. "China's a Leader in Hydropower — But at What Cost?". Global Citizen. Web. 25 Gennaio 2017. (<https://www.globalcitizen.org/en/content/chinas-a-leader-in-hydropower-but-at-what-cost/>)
- Hill Johua S.. "China Overtakes Germany To Become World's Leading Solar PV Country". Clean Technica. Web. 22 Gennaio 2016. (<https://cleantechnica.com/2016/01/22/china-overtakes-germany-become-worlds-leading-solar-pv-country/>)
- Easley Jonathan. "Trump cements 'America First' doctrine with Paris withdrawal". The Hill. Web. 2 Giugno 2017. (<https://thehill.com/homenews/administration/336014-trump-cements-america-first-doctrine-with-paris-withdrawal>)
- Mason Josephine, Aizhu Chen, Meng Meng, Gloystein Henning. "In drastic move, China's top hydropower plants slash capacity". Reuters. Web. 4 Luglio 2017.

(<https://www.reuters.com/article/us-china-weather-power/in-drastic-move-chinas-top-hydropower-plants-slash-capacity-idUSKBN19P0D6>)

- Mason Josephine. “*In latest move, China halts over 100 coal power projects*”. Reuters. Web. 17 Gennaio 2017. (<https://www.reuters.com/article/us-china-coal/in-latest-move-china-halts-over-100-coal-power-projects-idUSKBN151090>)
- Hill Joshua S.. “*China Installed 18.6 GW Of Solar PV In 2015, But Was All Of It Connected?*”. Clean Technica. Web. 7 Luglio 2017. (<https://cleantechnica.com/2016/07/07/china-installs-18-6-gw-solar-pv-2015-connected/>)
- Kelly Julie. “*A Clean Energy’s Dirty Little Secret*”. National Review. Web. 28 Giugno 2017. (<https://www.nationalreview.com/2017/06/solar-panel-waste-environmental-threat-clean-energy/>)
- Oda Junichiro, Akimotoa Keigo. (2011). *An Analysis of CCS Investment under Uncertainty*. Riv. Energy Procedia Volume 4: 1997-2004
- Dong Kang-Yin, Sun Ren-Jin, Li Hui, Jiang Hong-Dian. (2016). *A review of China’s energy consumption structure and outlook based on a long-range energy alternatives modeling tool*. Riv. Petroleum Science volume 14: 214-227
- Graham Karen. “*China’s monstrous wind and solar projects - Most of it is wasted*”. Digital Journal. Web. 19 Gennaio 2017. (<http://www.digitaljournal.com/news/environment/china-s-monstrous-wind-and-solar-projects-most-of-it-is-wasted/article/484006>)
- KPMG Global China Practice, KPMG. (2015). *The 13th Five-Year Plan – China’s transformation and integration with the world economy*. (<https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/cn/pdf/en/2016/10/13fyp-opportunities-analysis-for-chinese-and-foreign-businesses.pdf>)
- Gil Laura. “*How China has Become the World’s Fastest Expanding Nuclear Power Producer*”. IAEA (International Atomic Energy Agency). Web. 25 Ottobre 2017. (<https://www.iaea.org/newscenter/news/how-china-has-become-the-worlds-fastest-expanding-nuclear-power-producer>)
- Garfield Leanna. “*China’s latest energy megaprojects show that coal is really on the way out*”. Business Insider. Web. 9 Maggio 2018. (<http://uk.businessinsider.com/china-coal-energy-fossil-fuels-solar-farm-2018-4?IR=T>)
- Jing Li. “*China to launch nationwide carbon market next week: officials*”. Climate Home News. Web. 14 Dicembre 2017. (<http://www.climatechangenews.com/2017/12/14/china-launch-nationwide-carbon-market-next-week-officials/>)

- Jing Li. "What caused China's squeeze on natural gas?". China Dialogue. Web. 22 Dicembre 2017. (<https://www.chinadialogue.net/article/show/single/en/10322-What-caused-China-s-squeeze-on-natural-gas->)
- Xi Liang, Reiner David. "How China can kick-start carbon capture and storage". China Dialogue. Web. 28 Maggio 2013. (<https://www.chinadialogue.net/article/show/single/en/6047-How-China-can-kick-start-carbon-capture-and-storage>)
- Yueh Linda. "China's Growth: A Brief History". Harvard Business Review. Web. 9 Dicembre 2015. (<https://hbr.org/2015/12/chinas-growth-a-brief-history>)
- Friedman Lisa. "Syria Joins Paris Climate Accord, Leaving Only U.S. Opposed". The New York Times. Web. 7 Novembre 2017. (<https://www.nytimes.com/2017/11/07/climate/syria-joins-paris-agreement.html>)
- Hornby Lucy, Zhang Archie, Pong Jane. "China fake data mask economic rebound". Financial Times. Web. 16 Gennaio 2018. (<https://www.ft.com/content/a9889330-f51c-11e7-88f7-5465a6ce1a00>)
- Hornby Lucy, Hook Leslie. "China's carbon emissions set for fastest growth in 7 years". Financial Times. Web. 29 Maggio 2018. (<https://www.ft.com/content/98839504-6334-11e8-90c2-9563a0613e56>)
- Kemp Luke. "Better out than in". Nature Climate Change. Web. 22 Maggio 2017. (<https://www.nature.com/articles/nclimate3309>)
- Pennington Matthew, Associated Press. "Trump's exit from Paris agreement could open door for China to lead on climate change". PBS. Web. 1 Giugno 2017. (<https://www.pbs.org/newshour/world/trumps-exit-paris-agreement-open-door-china-lead-climate-change9>)
- Greenwood Max. "GE head fires back at Trump: 'Climate change is real' ". The Hill. Web. 1 Giugno 2017. (<https://thehill.com/blogs/blog-briefing-room/news/335988-ge-ceo-fires-back-at-trump-climate-change-is-real>)
- Treacy "China Could Replace Coal with Wind". Ecogeek.org. Web. 16 Settembre 2009. (<http://ecogeek.wpengine.com/?s=China+Could+Replace+Coal+with+Wind>)
- Meng Meng, Patton Dominique, Chen Aizhu. "China vows new steel, coal capacity cuts to make sky blue". Reuters. Web. 5 Marzo 2017. (<https://www.reuters.com/article/us-china-parliament-steel-coal/china-vows-new-steel-coal-capacity-cuts-to-make-sky-blue-idUSKBN16C00H>)
- Forsythe Michael. "China Aims to Spend at Least \$360 Billion on Renewable Energy by 2020". The New York Times. Web. 5 Gennaio 2017. (<https://www.nytimes.com/2017/01/05/world/asia/china-renewable-energy-investment.html>)

- Holder Michael. “China's 'monumental' new emissions trading scheme”. Greenbiz. Web. 21 Dicembre 2017. (<https://www.greenbiz.com/article/chinas-monumental-new-emissions-trading-scheme>)
- Froese Michelle. “China already surpassing some of its 2020 clean-energy targets”. Windpower. Web. 5 Settembre 2017. (<https://www.windpowerengineering.com/business-news-projects/blog/china-already-surpassing-2020-clean-energy-targets/>)
- Mancheva Militsa. “A fifth of China's wind output wasted on curtailment – report”. Renewables Now. Web. 18 Maggio 2015. (<https://renewablesnow.com/news/a-fifth-of-chinas-wind-output-wasted-on-curtailment-report-476924/>)
- Ministry of Land and Resources People’s Republic of China. (2015). *China Mineral Resources*. Beijing: Geological Publishing House. (<http://www.mlr.gov.cn/sjpd/zybg/2015/201510/P020151030354926948039.pdf>)
- Xu Muyu, Mason Josephine. “China coal imports rise in November despite push against pollution”. Reuters. Web. 11 Dicembre 2017. (<https://www.reuters.com/article/us-china-economy-trade-coal/china-coal-imports-rise-in-november-despite-push-against-pollution-idUSKBN1E50AI>)
- OECD (The Organisation For Economic Co-operation and Development). (2017). *OECD Economic Surveys China 2017*. OECD Organization For Economic Co-Operation & Development
- OECD (The Organisation For Economic Co-operation and Development), CIAB (Coal Industry Advisory Board). (1999). *Coal in the Energy Supply of China*. (<https://www.iea.org/ciab/papers/coalchina99.pdf>)
- Parenteau Patrick, Cao Mingde. (2016). *Carbon Trading in China: Progress and Challenges*. (<http://www-assets.vermontlaw.edu/Assets/elc/Parenteau.March2016.pdf>)
- Dvorak Paul. “2017 China Wind Power Outlook: decreasing curtailment to support average of 25 GW+/yr for the 14th 5-yr plan (2021-2025)”. Windpower. Web. 30 Giugno 2017. (<https://www.windpowerengineering.com/business-news-projects/business-issues/2017-china-wind-power-outlook-decreasing-curtailment-support-average-25-gwyr-14th-5-yr-plan-2021-2025/>)
- Paulson Papers On Energy and Environment. (2015). *Rebalancing China’s Energy Strategy*. (http://www.paulsoninstitute.org/wp-content/uploads/2017/01/PPEE_Rebalancing-Chinas-Energy-Strategy_Ma_English_R.pdf)
- People’s Daily. “Unit 3 at Qinshan Phase II Nuclear Power Station begins operation”. People’s Daily. Web. 22 Ottobre 2010. (<http://en.people.cn/90001/90778/90860/7174574.html>)
- Pham Peter. “What Will China's Future Look Like?”. Forbes. Web. 7 Marzo 2018. (<https://www.forbes.com/sites/peterpham/2018/03/07/what-will-chinas-future-look-like/#103530e07488>)

- Sheehan Peter, Sun Fiona. (2007). *Energy use in China: interpreting changing trends and future directions*.
(<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.372.7615&rep=rep1&type=pdf>)
- Ward Peter. “China’s natural gas opportunity “. Eniday. Web.
(https://www.eniday.com/en/sparks_en/china-natural-gas-opportunity/)
- Wills Rachael. “China’s struggle to turn the corner on coal”. Huffpost. Web. 2 Ottobre 2016.
(https://www.huffingtonpost.com/rachael-willis-/chinas-struggle-to-turn-t_b_9192266.html)
- Song Ranping, Hong Miao. “China’s 1-2-3 punch to tackle wasted renewable energy”. World Resources Institute. Web. 27 Aprile 2016. (<https://www.wri.org/blog/2016/04/chinas-1-2-3-punch-tackle-wasted-renewable-energy>)
- Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. (2016). *Renewables 2016 Global Status Report*. (http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/05/GSR_2016_Full_Report_lowres.pdf)
- Woo Ryan. “China’s solar power capacity more than doubles in 2016”. Reuters. Web. 4 Febbraio 2017. (<https://www.reuters.com/article/us-china-solar/chinas-solar-power-capacity-more-than-doubles-in-2016-idUSKBN15J0G7>)
- Zawadzki Sabina. “China to become top gas importer in 2019 boosted by LNG -IEA”. Reuters. Web. 26 Giugno 2018. (<https://www.reuters.com/article/gas-iea/china-to-become-top-gas-importer-in-2019-boosted-by-lng-iea-idUSL1N1TR114>)
- Samarani G. (2010). *Cina, ventunesimo secolo*. Torino: Einaudi
- West Sara. “New CO2 separating membranes could make carbon capture more efficient”. Imperial London College. Web. 28 Agosto 2018. (<https://www.imperial.ac.uk/news/187886/new-co2-separating-membranes-could-make/>)
- Science News. “Trump dumps Paris climate deal: reaction”. Science News. Web. 1 Giugno 2017. (<https://www.sciencemag.org/news/2017/06/trump-dumps-paris-climate-deal-reaction>)
- Ross Sean. “The 3 Industries Driving China’s Economy”. Investopedia. Web. 15 Settembre 2015. (<https://www.investopedia.com/articles/investing/091515/3-industries-driving-chinas-economy.asp>)
- Evans Simon. “Climate pledge puts China on course to peak emissions as early as 2027”. Carbon Brief. Web. 1 Luglio 2015. (<https://www.carbonbrief.org/climate-pledge-puts-china-on-course-to-peak-emissions-as-early-as-2027>)
- Smith School of Enterprise and the Environment, Oxford University. (2014). *Greening China’s Financial Markets: The Risks and Opportunities of Stranded Assets*.
(<https://www.smithschool.ox.ac.uk/research/sustainable-finance/publications/Greening-Chinas-Financial-Markets.pdf>)

- South China Morning Post. *"Harmful ozone pollution worsening in northern China, says study"*. South China Morning Post. Web. 11 Aprile 2018. (<https://www.scmp.com/news/china/policies-politics/article/2141259/harmful-ozone-pollution-worsening-northern-china-says>)
- Mazumdar Srinivas. *"China leads in global shift to renewable energy"*. DW. Web. 5 Aprile 2018. (<https://www.dw.com/en/china-leads-in-global-shift-to-renewable-energy/a-43266203>)
- Stanford Law School, Stanford graduate School of Business, Steyer-Taylor Center for Energy Policy and Finance. (2017). *The new Solar System China's evolving solar industry and its implications for competitive solar power in the United States and the World*. (<https://law.stanford.edu/wp-content/uploads/2017/03/2017-03-20-Stanford-China-Report.pdf>)
- Stanford, Precourt Institute for Energy. (2017). *Loosening the Logjam: Enabling More-Efficient Clean-Energy Finance in China*. (https://energy.stanford.edu/sites/default/files/chinafinance_4pub.pdf)
- Jensen-Cormier Stephanie. *"Reflections on Chinese Companies' Global Investments in the Hydropower Sector Between 2006-2017"*. International Rivers. Web. 14 Dicembre 2017. (<https://www.internationalrivers.org/blogs/435/reflections-on-chinese-companies%E2%80%99-global-investments-in-the-hydropower-sector-between-2006>)
- Chen Stephen. *"Beijing shuts down its last coal-fired power plant as part of bid to clear air"*. South China Morning Post. Web. 16 Gennaio 2018. (<https://www.scmp.com/news/china/society/article/2080270/beijing-shuts-down-its-last-coal-fired-power-plant-part-bid-clear>)
- Chen Stephen. *"China's ageing solar panels are going to be a big environmental problem"*. South China Morning Post. Web. 30 Luglio 2017. (<https://www.scmp.com/news/china/society/article/2104162/chinas-ageing-solar-panels-are-going-be-big-environmental-problem>)
- Kidd Steve. *"Nuclear in China – why the slowdown?"*. Nuclear Engineering. Web. 10 Agosto 2017. (<http://www.neimagazine.com/opinion/opinionnuclear-in-china-why-the-slowdown-5896525/>)
- Swiss Singapore. (2016). *Will China "Gas" Out Coal???*. (<http://www.swiss-singapore.com/wp-content/uploads/2017/06/Will-China-Gas-Out-Coal.pdf>)
- The Balance. *"China's Economic Growth, Its Causes, Pros, Cons, and Future"*. The Balance. Web. 23 Luglio 2018. (<https://www.thebalance.com/china-s-economic-growth-cause-pros-cons-future-3305478>)
- The Boston Consulting Group, China Foreign Economic and Trade Trust Co., Ltd. (2018). *China Trust Industry Report*. (http://image-src.bcg.com/Images/BCG-China-Trust-Report-Feb-2018_ENG_tcm58-188092.pdf)

- The Economist. “*What China Wants*”. The Economist. Web. 21 Agosto 2014. (<https://www.economist.com/leaders/2014/08/21/what-china-wants>)
- The Guardian. “*China coal consumption drops again*”. The Guardian. Web. 29 Febbraio 2016. (<https://www.theguardian.com/environment/2016/feb/29/china-coal-consumption-drops-again>)
- The Guardian. “*China GDP: how it has changed since 1980*”. The Guardian. Web. 23 Marzo 2012. (<https://www.theguardian.com/news/datablog/2012/mar/23/china-gdp-since-1980>)
- The Guardian. “*China to cut 1.8m jobs in coal and steel sectors*”. The Guardian. Web. 29 Febbraio 2016. (<https://www.theguardian.com/business/2016/feb/29/china-to-cut-jobs-in-coal-and-steel-sectors>)
- The Lantau Group. (2016). *Has Wind and Solar Curtailment Peaked In China*. (http://lantaugroup.com/files/ppt_pgen17_lzc.pdf)
- The Oxford Institute for Energy Studies. (2015). *Decarbonizing China’s power system with wind power: the past and the future*. (<https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2015/01/EL-11.pdf>)
- The Oxford Institute for Energy studies. (2015). *Natural gas in China: a regional analysis*. (<https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2015/11/NG-103.pdf>)
- The Oxford Institute for Energy Studies. (2016). *The structure of China’s oil industry: Past trends and future prospects*. (<https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2016/05/The-structure-of-Chinas-oil-industry-past-trends-and-future-prospects-WPM-66.pdf>)
- The Straits Times. “*China's Xinjiang region closed 112 coal mines by end-October*”. The Straits Times. Web. 12 Novembre 2017. (<https://www.straitstimes.com/asia/east-asia/chinas-xinjiang-region-closed-112-coal-mines-by-end-october>)
- The World Bank. (2012). *Sustainable Low-Carbon City Development in China*. (https://siteresources.worldbank.org/EXTNEWSCHINESE/Resources/3196537-1202098669693/4635541-1335945747603/low_carbon_city_full_en.pdf)
- The World Bank. (2016). *Accelerating Innovation in China’s Solar, Wind and Energy Storage Sectors*. (<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/28573/120374-WP-PUBLIC-11-10-2017-15-10-11-ChinaGreenInnovationFINALSEP.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)
- Hirst Thomas. “*A brief history of China’s economic growth*”. World Economic Forum. Web. 30 Luglio 2015. (<https://www.weforum.org/agenda/2015/07/brief-history-of-china-economic-growth/>)
- Cama Timothy, Henry Devin. “*Trump: We are getting out of Paris climate deal*”. The Hill. Web. 1 Giugno 2017. (<https://thehill.com/policy/energy-environment/335955-trump-pulls-us-out-of-paris-climate-deal>)

- Cutler Tom, Schwartz Laura. “*The Outlook for a Chinese Pivot to Gas*”. The National Bureau of Asian Research. Web. 24 Luglio 2014. (<https://www.nbr.org/publication/the-outlook-for-a-chinese-pivot-to-gas/>)
- UK carbon Capture and Storage cost Reduction task force. (2012). *The potential for reducing the costs of CCS in the UK*. (<https://www.gov.uk/government/publications/the-potential-for-reducing-the-costs-of-ccs-in-the-uk-interim-report>)
- UK Energy Research Centre. (2012). *Carbon Capture and Storage Realising the potential?*. (<http://www.ukerc.ac.uk/publications/carbon-capture-and-storage-realising-the-potential-.html>)
- UNEP (United Nation Environment Program), IISD (International Institute for Sustainable Development). (2014). *Trade and Green Economy: a Handbook; International Institute for Sustainable Development*. (<https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/trade-green-economy-handbook-third-edition-en.pdf>)
- United Nations. (1997). *UN Conference on Environment and Development (1992)*. (<http://www.un.org/geninfo/bp/enviro.html>)
- United State Environmental Protection Agency. (2016). *Overview of Greenhouse Gases*. (<https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases>)
- United States Environmental Protection Agency, Office of Air and Radiation. (2010). *Available and emerging technologies for reducing greenhouse gas emissions from coal-fired electric generating units*. (<https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-12/documents/electricgeneration.pdf>)
- University of Cambridge Energy Policy Research Group. (2014). *Strategies for Financing Large-scale Carbon Capture and Storage Power Plants in China*. (<https://www.eprg.group.cam.ac.uk/wp-content/uploads/2014/07/1410-PDF1.pdf>)
- Hu Wenyan. “*Can China Look to Carbon Capture for its Climate Pledges?*”. The Diplomat. Web. 2 Dicembre 2017. (<https://thediplomat.com/2017/12/can-china-look-to-carbon-capture-for-its-climate-pledges/>)
- World Nuclear Association. (2018). *'Clean Coal' Technologies, Carbon Capture & Sequestration*. (<http://www.world-nuclear.org/information-library/energy-and-the-environment/clean-coal-technologies.aspx>)
- World Nuclear News. “*Start-up nearing for Chinese units*”. World Nuclear News. Web. 25 Marzo 2014. (<http://www.world-nuclear-news.org/Articles/Start-up-nearing-for-Chinese-units>)
- World Resources Institute. (2010). *CCS in China: Toward an Environmental, Health, and Safety Regulatory Framework*. (http://pdf.wri.org/ccs_in_china.pdf)
- Xinhua News. “*China's new wind power capacity hits record high*”. Xinhua News. Web. 3 Febbraio 2016. (http://www.xinhuanet.com/english/2016-02/03/c_135069164.htm)

- Xinhua. "China to close outdated coal mines, boost clean energy in 2017". China Daily. Web. 18 Febbraio 2017. (http://www.chinadaily.com.cn/china/2017-02/18/content_28250173.htm)
- Xinhua. "Farmers in N China's Shanxi get rid of poverty by breeding alpacas". Xinhua. Web. 15 Luglio 2018. (http://www.xinhuanet.com/english/2018-07/15/c_137324445_2.htm)
- Yanchang Petroleum, Global CCS Institute. (2017). *China-Australia CCUS Integrated International Cooperation Demonstration project*. (<https://hub.globalccsinstitute.com/sites/default/files/publications/201583/monitoring-technology-co2-geological-sequestration-ultra-low-permeability-reservoir-yanchang-petroleum.pdf>)
- Qi Ye, Lu Jiaqi, Zhu Mengye. "Wind curtailment in China and lessons from the United States". Brookings-Tsinghua Centre. Web. 1 Marzo 2018. (<https://www.brookings.edu/research/wind-curtailment-in-china-and-lessons-from-the-united-states/>)
- Saba Yousef. "China to strictly control new solar capacity expansion, boost tech innovation". Reuters. Web. 1 Marzo 2018. (<https://af.reuters.com/article/africaTech/idAFB9N1QC01M>)
- Zhang Yuning, Tang Ningning, Niu Yuguang, Du Xiaoze. (2016). *Wind Energy Rejection in China: Current Status, reasons and perspectives*. Riv. Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 66: 322-344
- Boren Zach, Lammi Harri. "Dramatic surge in China carbon emissions signals climate danger". Unearthed. Web. 30 Maggio 2018. (<https://unearthed.greenpeace.org/2018/05/30/china-co2-carbon-climate-emissions-rise-in-2018/>)
- Ming Zeng, Ximei Liu, Song Xue. (2013). *Overall Review of Renewable Energy tariff policy in China*. Riv. Renewable and Sustainable Energy Review volume 25: 260-271
- Jun Zhang. "China's vision for the future bright". China's Daily. Web. 22 Novembre 2017. (http://www.chinadaily.com.cn/opinion/2017-11/22/content_34838838.htm)
- Kang Zhang. (2014). *Natural Gas Supply-Demand Situation and prospect in China*. (https://www.researchgate.net/publication/308013467_Evaluating_China's_natural_gas_supply_security_based_on_ecological_network_analysis)
- Xiaozheng Zhou, Fan Wang, Xiaomeng Shi. "China signs Paris Agreement on climate change". Xinhua News. Web. 23 Aprile 2016. (http://www.xinhuanet.com/english/2016-04/23/c_135305180.htm)
- 北极星电力网. "环保部审批金沙江白鹤滩水电站环境影响报告书". 北极星电力网. Web. 2 Dicembre 2015. (<http://news.bjx.com.cn/html/20151202/687530.shtml>)

BIBLIOGRAFIA - BANCHE DATI

- City Population, Shanxi (<http://www.citypopulation.de/China-Shanxi.html>) Consultato: 10/06/2018
- Climate Action Tracker (<https://climateactiontracker.org/>) Consultato: 17/08/2018
- IHME Institute for Health Metrics and Evaluation (<http://www.healthdata.org/>) Consultato: 13/05/2018
- International Energy Agency Statistics
(<https://www.iea.org/statistics/?country=WORLD&year=2016&category=Key%20indicators&indicator=TPESbySource&mode=chart&categoryBrowse=false&dataTable=BALANCES&showDataTable=false>) Consultato: 26/07/2018
- International Monetary Fund (<https://www.imf.org/external/index.htm>) Consultato: 08/04/2018
- National Bureau of Statistics of China (<http://www.stats.gov.cn/english/>) Consultato: 10/06/2018
- National Development and Reform Commission (<http://en.ndrc.gov.cn/>) Consultato: 10/06/2018
- Our World in Data (<http://ourworldindata.org>) Consultato: 26/02/2018
- The World Bank (<http://www.worldbank.org>) Consultato: 22/07/2018
- Trading Economics (<https://tradingeconomics.com/>) Consultato: 13/05/2018
- World Health Organization, Air Pollution (<http://www.who.int/airpollution/data/cities/en/>) Consultato: 26/07/2018