

TARANTO, LA PRODUZIONE DI ACCIAIO PRIMARIO NELLA SFIDA ALLA DECARBONIZZAZIONE

Matteo Leonardi

Giulia Novati

Sommario

1 Executive summary	3
2 L'industria siderurgica italiana.....	4
3 L'importanza di mantenere una produzione nazionale di acciaio primario.....	6
4 La tecnologia DRI	8
Box 1.....	9
4.1 Esempi di <i>best practice</i>	10
4.2 Il problema dell'inquinamento locale a Taranto	11
4.3 La scala dell'intervento	12
4.4 I costi attuali della tecnologia DRI	13
4.5 I costi della tecnologia DRI nel medio periodo.....	16
4.6 Le ripercussioni sull'occupazione.....	16
5 La cattura della CO₂.....	17
6 Conclusioni.....	18

1 Executive summary

Il mantenimento della produzione di acciaio primario nel processo di decarbonizzazione rappresenta un impegno importante per lo sviluppo dell'economia nazionale. L'Italia è il secondo produttore d'acciaio in Europa e l'11° al mondo: nel 2019 nel nostro Paese sono state prodotte 23,2 Mt di acciaio¹. L'82% di questo è acciaio da riciclo, prodotto cioè fondendo prevalentemente rottami ferrosi nei forni elettrici ad arco, insieme ad aggiunte di ghisa e spugna di ferro. Il restante 18% è acciaio primario, prodotto con ciclo integrale a partire dai minerali ferrosi presso lo stabilimento Acciaierie d'Italia di Taranto². Nel 2020 l'ex ILVA ha prodotto 3,4 milioni di tonnellate di acciaio, emettendo in atmosfera 8,3 Mt di CO₂³. Oltre ai gas serra vengono emessi anche diversi inquinanti, tra cui polveri, diossine e idrocarburi policiclici aromatici (alcuni dei quali potenzialmente cancerogeni), principalmente derivanti dalla lavorazione del carbone e dall'utilizzo dei suoi derivati.

Il presente lavoro di ECCO ha l'obiettivo di approfondire la questione della riconversione della produzione di acciaio primario in Italia, analizzando il caso specifico dell'unico impianto italiano che attualmente ne produce, ovvero lo stabilimento siderurgico di Taranto. La prossima pubblicazione del nuovo piano industriale di Taranto, legato al modificato assetto societario, rappresenta un'occasione unica per pianificare interventi e soluzioni di riconversione che possano coniugare la sostenibilità economica e sociale degli investimenti con la sostenibilità ambientale e climatica del progetto. Anche se oggi a livello internazionale la produzione del cosiddetto 'acciaio verde' è ancora agli inizi, le particolari circostanze storiche offrono la possibilità perché il sito di Taranto possa rappresentare un progetto 'faro' dell'acciaio verde in Europa e nel mondo, anticipando e guidando il cambiamento e portando sul mercato un prodotto la cui domanda potrà solo crescere in futuro.

Sulla base dei nostri approfondimenti, emerge che la tecnologia DRI (*Direct Reduced Iron*) è la soluzione che può meglio combinare le diverse variabili in gioco e che permette di raggiungere la completa decarbonizzazione del processo produttivo dell'acciaio primario nel lungo periodo. Per la riconversione dello stabilimento di Taranto da altoforni a carbone a DRI a gas naturale si stima che sia necessario un investimento di 2,5 miliardi di euro, ipotizzando una configurazione impiantistica che permetta di produrre 8 milioni di tonnellate di acciaio all'anno. In letteratura non è stata trovata una previsione di riduzione dei costi delle unità DRI e EAF (*Electric Arc Furnace*, cioè i forni ad arco elettrico dove vengono fusi i prodotti ottenuti con il DRI) al 2030. Il passaggio alla tecnologia DRI consente, inoltre, un immediato beneficio in termini ambientali, senza il peggioramento della qualità del prodotto finale. Non ci sono quindi giustificazioni per posporre questo investimento. Interventi volti al mantenimento della produzione con gli altiforni, invece, sono in piena contraddizione con gli obiettivi di neutralità climatica al 2050, anche laddove si sostituisce in parte il carbone con il gas naturale.

Il punto di arrivo della completa riconversione prevede l'impiego di idrogeno verde, sia come combustibile che come agente riducente. Tuttavia, al momento si evidenziano due problemi:

1. Le rinnovabili e le tecnologie per la produzione e lo stoccaggio dell'idrogeno non sono ancora sufficientemente sviluppate;

¹ ["È tempo di agire – L'industria siderurgica italiana 2019"](#), Federacciai.

² ["La siderurgia italiana in cifre"](#), Federacciai.

³ ["Rapporto esercizio 2020 Allegato-1.2 Materiali prodotti in stabilimento"](#), Ministero della Transizione Ecologica.

["European Union Transaction Log"](#), European Commission.

Si sottolinea che questo valore comprende anche le emissioni della centrale di cogenerazione dell'ex-ILVA di Taranto, gestita da *ArcelorMittal Italy Energy Srl*. Nel registro EUTL, il *Main Activity Type* della centrale è classificato come *Combustion of fuels*. Tuttavia, la centrale brucia gli off-gas dell'acciaieria, a cui cede elettricità e calore. Pertanto, in questa analisi le emissioni della centrale vengono accorpate insieme a quelle dello stabilimento siderurgico.

2. Gli investimenti necessari per stoccare una quantità di idrogeno tale da garantire la continuità di funzionamento di un'acciaieria di queste dimensioni, sono elevati (8,2 – 8,9 miliardi di euro). Tuttavia, al 2030 è prevista una loro significativa diminuzione, a 5,5 – 6,2 miliardi di €. Risulta, quindi, più conveniente posporre ai prossimi anni gli investimenti necessari per il passaggio dal gas naturale all'idrogeno verde.

Il ridotto fabbisogno occupazionale del sistema formato da DRI ed EAF può essere compensato e diversificato attraverso uno sviluppo coordinato di sbocchi lavorativi alternativi, come quelli nelle filiere dell'idrogeno verde e delle energie rinnovabili, nonché con l'ampliamento degli impianti interni al sito di finitura dell'acciaio. Dato che il rilancio della produzione a Taranto necessita di un intervento pubblico, occorre che gli investimenti siano incardinati in una strategia nazionale di lungo periodo, per cui, di fatto, l'opzione DRI a idrogeno rappresenta l'unica percorribile alla luce degli obiettivi di neutralità climatica.

Il mantenimento degli altiforni a carbone non rappresenta un'opzione percorribile nel lungo periodo. Come si vedrà nel lavoro proposto, il profilo emissivo degli altoforni non è in alcun modo compatibile né con l'inserimento dell'impianto nel contesto ambientale di riferimento, né con gli obiettivi di protezione del clima. Si tratterebbe di un esempio classico di *lock-in* dell'investimento, che risulterebbe del tutto decontestualizzato dal quadro economico di sviluppo da perseguire.

Nell'analisi dei costi variabili di produzione (OPEX), peraltro, il carbone non emerge come un'opzione competitiva rispetto al gas naturale e all'idrogeno. Con gli altiforni a carbone gli OPEX totali sono compresi fra 621 e 634 € per tonnellata di acciaio, mentre con la tecnologia DRI a gas naturale si attestano tra 511 e 634 €/t, mentre per l'idrogeno sono 586 €/t. Al 2030, grazie alla prevista diminuzione del prezzo dell'energia elettrica da rinnovabili e all'aumento del costo del carbonio, si stima che la tecnologia DRI possa permettere di produrre acciaio nel modo economicamente più conveniente, con un costo variabile di produzione di 642 €/t con il gas naturale e di 484 €/t con l'idrogeno, contro i 653 €/t nel caso di altiforni a carbone.

2 L'industria siderurgica italiana

L'Italia è il secondo produttore d'acciaio in Europa (dopo la Germania) e l'11° a livello mondiale: nel 2019 nel nostro Paese sono state prodotte 23,2 milioni di tonnellate di acciaio. L'81,8% di questo acciaio è da riciclo, prodotto a partire dai rottami in forni ad arco elettrico. Il restante 18,2% è acciaio primario, cioè prodotto negli altiforni a partire dai minerali ferrosi e dal carbone (ciclo integrale). L'acciaio primario viene attualmente prodotto presso lo stabilimento Acciaierie d'Italia di Taranto, in quanto gli altri due siti di produzione di acciaio da minerale, Piombino e Trieste, sono stati chiusi, rispettivamente, nel 2014 e nel 2020.

Come emerge dalla Figura 1, l'andamento della produzione di acciaio primario risulta molto diverso rispetto a quello dell'acciaio secondario. La produzione di acciaio secondario ha recuperato il livello produttivo precrisi nel 2018, mentre la produzione di acciaio primario è in continua diminuzione.

A causa della crisi da Covid-19, tra marzo e aprile 2020 la produzione è calata del 40% rispetto agli stessi mesi dell'anno precedente; nell'estate c'è stata una breve ripresa ma, in autunno, durante il secondo lockdown, la produzione è nuovamente diminuita del 18% (rispetto a settembre 2019)⁴. Da novembre 2020 la produzione è in crescita.

⁴ "Produzione Italia", *Federacciai*, 15 aprile 2021.

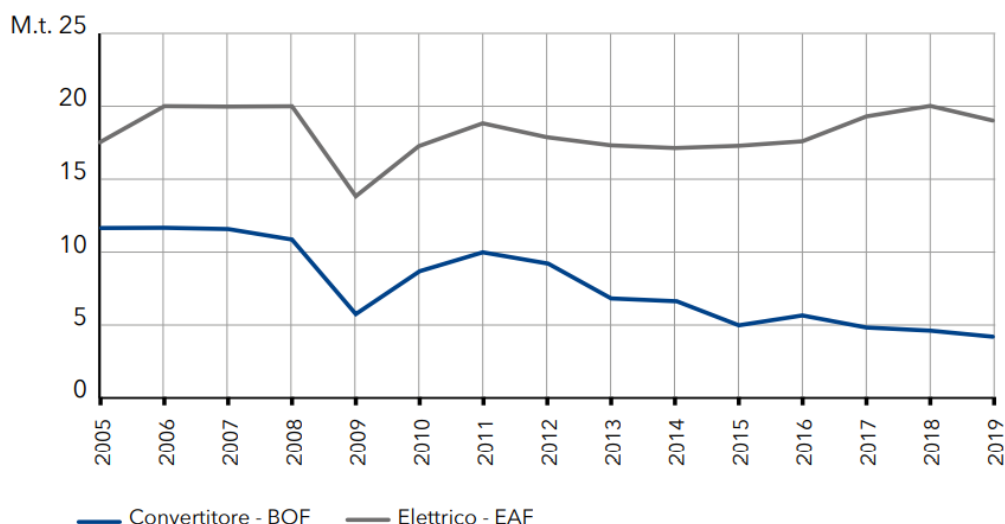


Figura 1 - Andamento della produzione di acciaio primario (Altoforno – Basic Oxygen Furnace) e secondario (Elettrico – Electric Arc Furnace) in Italia dal 2005 al 2019⁵

La siderurgia italiana, storicamente il secondo mercato europeo sia in termini produttivi che occupazionali, è il primo mercato europeo per volume di acciaio prodotto da riciclo⁶, come mostrato in Figura 2.

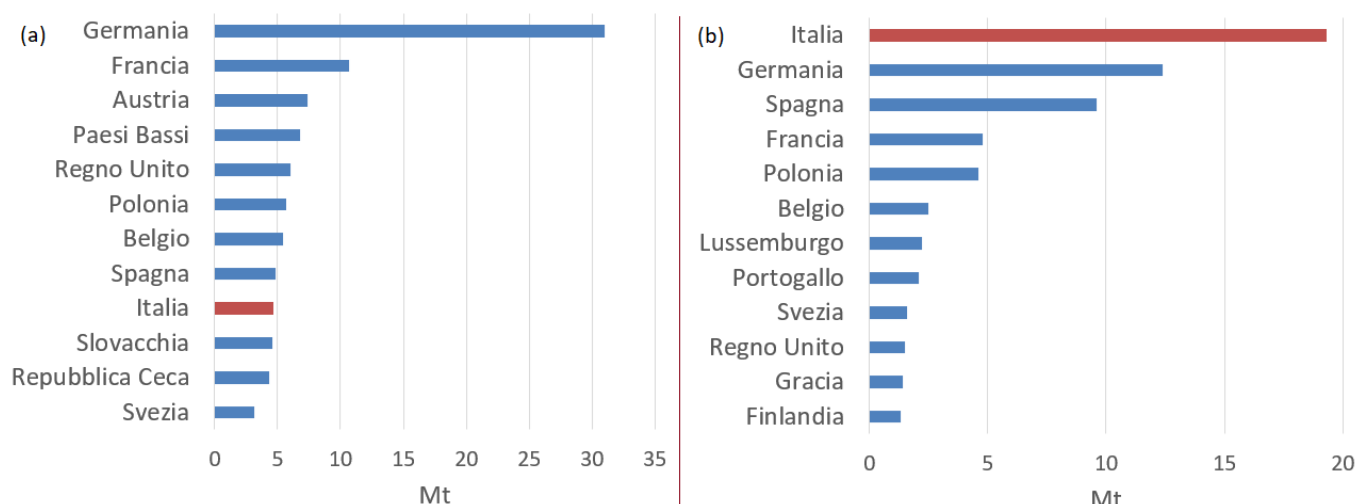


Figura 2 - Principali produttori europei di acciaio primario (a) e di acciaio secondario (b) nel 2017⁷

In Italia la siderurgia primaria dà lavoro a quasi 31 mila persone (Figura 3), di cui più di 8 mila sono occupate presso lo stabilimento di Taranto⁸. Il settore siderurgico italiano ha subito pesantemente gli effetti della crisi economica del 2008, tanto che dal 2008 al 2019 questo settore ha perso circa 9 mila addetti e la produzione è calata del 24,2%⁹. Complessivamente, il settore siderurgico, dalla produzione di acciaio grezzo alla sua trasformazione in prodotti

⁵ ["È tempo di agire – L'industria siderurgica italiana 2019"](#), Federacciai.

⁶ ["Il settore siderurgico: Impatto emergenza Covid-19 e misure urgenti per il rilancio"](#), Federacciai.

⁷ ["Breakthrough Strategies for Climate-Neutral Industry in Europe"](#), Agora, aprile 2021.

⁸ ["È tempo di agire – L'industria siderurgica italiana 2019"](#), Federacciai.

["Proposta di soluzione tecnica per il rilancio dello stabilimento di Taranto"](#), Federmanager, maggio 2020.

⁹ ["La siderurgia italiana in cifre"](#), Federacciai.

["World steel in figures 2009"](#), World steel association.

derivati, impiega oggi 70 mila persone, con un impatto occupazione stimato di tre volte superiore se si considera anche l'indotto¹⁰.

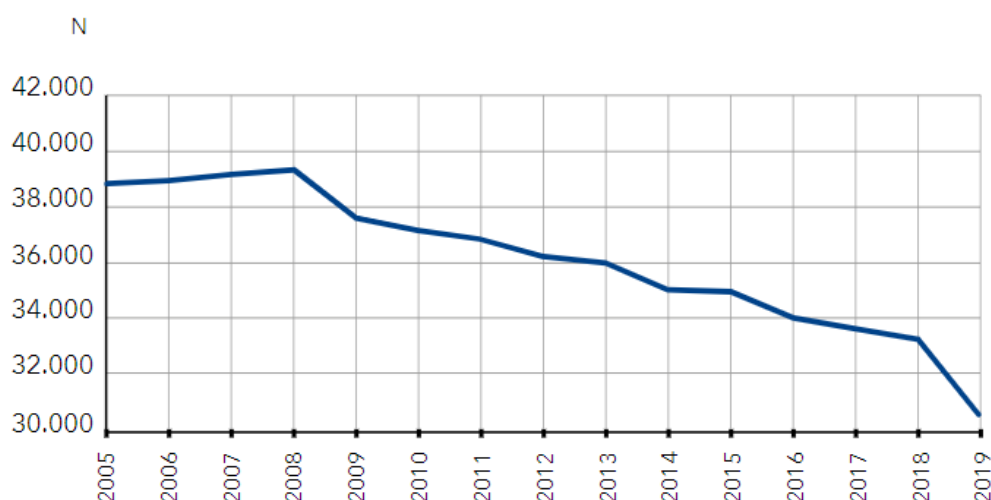


Figura 3 - Andamento degli occupati nella siderurgia primaria¹¹

Nel 2019 il fatturato dell'industria siderurgica primaria è stato di 28,1 miliardi di euro, con un'importante quota derivante dalle attività sui mercati esteri¹². La siderurgia italiana, infatti, è un'eccellenza a livello internazionale, tanto che nel 2019 il nostro Paese ha esportato 18 milioni di tonnellate di acciaio, principalmente verso Germania, Francia e Spagna¹³. Nel medesimo anno sono state importate 20,6 Mt di acciaio, principalmente da Ucraina, Germania e Francia.

In Tabella 1 si riassumono i principali dati relativi all'industria siderurgica italiana.

Tabella 1 - Principali dati relativi all'industria siderurgica italiana

Numero imprese attive	534
Di cui PMI	511 (95,7%)
Occupati	30'601
Produzione	23,2 Mt
% Italia rispetto a produzione UE28	14,6%
% Italia rispetto a produzione mondiale	1,2%
Export	18 Mt
Fatturato	28,1 miliardi €
Di cui PMI	14%

3 L'importanza di mantenere una produzione nazionale di acciaio primario

In linea con gli obiettivi dell'Accordo di Parigi, l'Italia si è impegnata, con tutti i Paesi dell'Unione Europea, a ridurre le emissioni di gas a effetto serra di almeno il 55% netto entro il 2030, in modo tale da raggiungere la neutralità climatica al 2050. La siderurgia primaria è uno dei settori cosiddetti *'hard to abate'*, ovvero per i quali la decarbonizzazione è particolarmente complessa e le tecnologie per il completo abbandono delle fonti fossili nei processi produttivi non sono immediatamente disponibili a costi accessibili.

¹⁰ ["Il settore siderurgico: Impatto emergenza Covid-19 e misure urgenti per il rilancio"](#), Federacciai.

¹¹ ["La siderurgia italiana in cifre"](#), Federacciai.

¹² ["Risultati economici delle Imprese: Industria \(Ateco 3 cifre\) e classe di addetti"](#), ISTAT.

¹³ ["È tempo di agire - L'industria siderurgica italiana 2019"](#), Federacciai.

Vi sono alcune applicazioni in cui è indispensabile l'utilizzo dell'acciaio primario. In tali applicazioni è necessario che l'acciaio presenti ottime caratteristiche superficiali (sia per ragioni estetiche sia per resistere meglio ad alcuni fenomeni di cedimento come la corrosione) e ottime capacità di deformarsi senza fratturarsi (elevata duttilità). Tali applicazioni riguardano le carrozzerie dei veicoli, alcune parti della scocca delle automobili, componenti di sicurezza, latte alimentari, rotaie, profili complessi per l'arredamento e parti di sistemi meccanici che necessitano di deformazioni profonde. Tali settori di utilizzo coprono circa il 30% delle applicazioni dell'acciaio¹⁴. A Taranto è presente il presidio dell'acciaio primario nazionale e una sua chiusura eventuale avrebbe ripercussioni su tutto il comparto dell'industria manifatturiera. Alla luce della vita utile di tali impianti, nuovi investimenti per il rinnovamento dello stabilimento non possono prescindere dal prendere in adeguata considerazione tecnologie a zero o basse emissioni e puntare a realizzare su scala industriale soluzioni in linea con gli obiettivi della transizione ecologica.

L'acciaio è un materiale facilmente e completamente riciclabile ed è, quindi, anche compatibile con i principi dell'economia circolare. Ogni anno, in Italia, circa 16 milioni di tonnellate di rottami ferrosi vengono riciclati, provenienti per il 73% dal mercato nazionale (Figura 4)¹⁵. I produttori di acciaio secondario dipendono fortemente dalla disponibilità di rottami sul mercato nazionale e il mantenimento sul territorio di una produzione di acciaio primario è necessario anche per garantire stabilità e sicurezza degli approvvigionamenti alle imprese italiane.

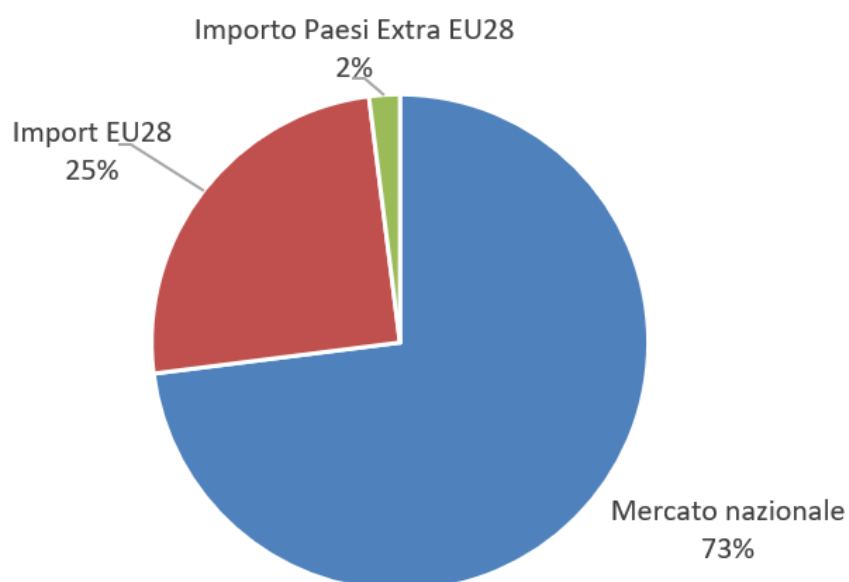


Figura 4 - Distribuzione della provenienza del rottame nel 2019

La Cina è il principale produttore di acciaio a livello mondiale: nel 2018 ha prodotto 928 Mt di acciaio, per l'89,4% con ciclo integrale¹⁶. La maggior parte dell'acciaio cinese viene prodotto negli altiforni alimentati con carbon coke poiché la Cina è ancora un'economia in via di sviluppo e ha una disponibilità limitata di rottame ferroso. Tuttavia, man mano che nei prossimi anni i prodotti e le infrastrutture raggiungeranno il fine vita, è probabile che la crescente disponibilità di rottame ferroso e gli obiettivi cinesi di neutralità climatica al 2060 favoriranno un graduale spostamento dalla produzione di acciaio primario alla tecnologia dei

¹⁴ Dati Politecnico di Milano.

¹⁵ ["È tempo di agire - L'industria siderurgica italiana 2019"](#), Federacciai.

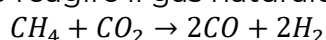
¹⁶ ["Steel Statistical Yearbook 2020 concise version"](#), World steel association.

forni ad arco elettrico¹⁷. Questo cambiamento avrà un impatto significativo sulla domanda di rottame sia in Cina che nel mondo. Ipotizzando che la Cina decida di convertire anche solo il 15% della capacità installata a ciclo integrale ai forni ad arco elettrico, essa raggiungerebbe, da sola, una domanda di rottami di circa 220 milioni di tonnellate all'anno. Il rottame è già oggi una risorsa scarsa e deve, quindi, essere gestito attentamente. Questo porta a considerare la produzione di acciaio primario un processo necessario. Dipendere dalle importazioni di rottami espone infatti a rischi elevati e a incertezze l'intero comparto siderurgico nazionale e molti settori fondamentali nell'economia del nostro Paese.

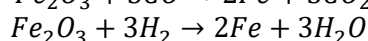
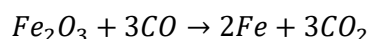
4 La tecnologia DRI

Il presente lavoro di ECCO ha l'obiettivo di identificare un possibile piano di riconversione dell'area a caldo del sito siderurgico di Taranto, che permetta di continuare a produrre acciaio primario con tecnologie che siano compatibili con gli obiettivi di neutralità climatica al 2050. In questo lavoro vengono considerate anche le implicazioni sociali della riconversione, in particolare in termini di occupazione, e i meccanismi di sostegno e gli interventi pubblici necessari.

Attualmente a Taranto l'acciaio primario viene prodotto mediante il processo BF - BOF (*Blast Furnace - Basic Oxygen Furnace*, Box 1). Tuttavia, l'unica soluzione in cui gli investimenti sono coerenti con il percorso di decarbonizzazione di lungo periodo è quella che prevede la totale riconversione dello stabilimento siderurgico di Taranto con la tecnologia di riduzione diretta (*Direct Reduced Iron - DRI*) e con forni ad arco elettrico. Mediante tale processo, è possibile ottenere dal minerale un prodotto ferroso a basso contenuto di carbonio senza il passaggio del metallo allo stato liquido. Attualmente uno dei processi più diffusi è quello basato sulla tecnologia MIDREX, che impiega una miscela di monossido di carbonio e idrogeno come agente riducente, ottenuta facendo reagire il gas naturale con l'anidride carbonica:



Il gas riducente viene preriscaldato e immesso in un forno a una temperatura compresa fra 750°C e 900°C. Nel forno viene caricato anche il minerale ferroso e avvengono le seguenti reazioni complessive:



Il prodotto che si ottiene viene poi fornito come materia prima ai forni ad arco elettrico, dove i rottami vengono fusi mediante elettricità e bruciatori a gas naturale (in futuro a idrogeno) e viene così prodotto l'acciaio primario (Figura 5).

¹⁷ ["Clima: Xi promette Cina a emissioni zero entro il 2060"](#), Ansa, 17 novembre 2020.

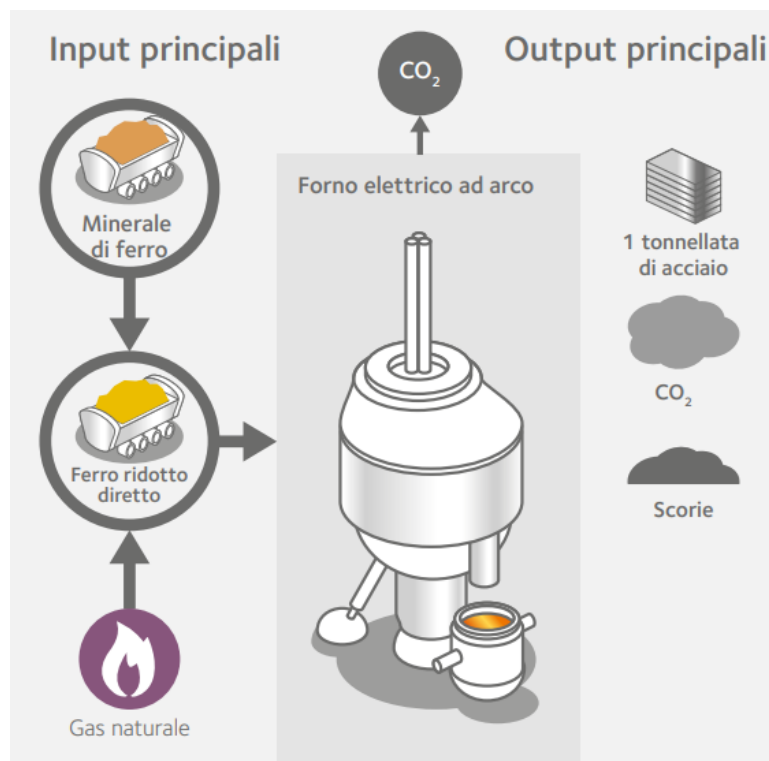


Figura 5 - Produzione di acciaio con tecnologia DRI e forno elettrico¹⁸.

Durante il processo di produzione DRI con gas naturale, l'idrogeno contenuto nel gas riducente contribuisce a ridurre il 66% del minerale ferroso, mentre il restante 34% è ridotto dal monossido di carbonio, che dà poi origine alla CO₂¹⁹. Per la riduzione dei minerali ferrosi, tuttavia, è possibile utilizzare solamente l'idrogeno e, con l'idrogeno verde, è possibile abbattere le emissioni di CO₂ relative alla produzione di acciaio primario. Dal punto di vista tecnico, quindi, il DRI permette di produrre acciaio con una qualità del tutto assimilabile a quella del prodotto degli stabilimenti a ciclo integrale, poiché l'acciaio deriva direttamente dalla riduzione del minerale e la sua qualità non dipende dai processi di selezione del rottame. La tecnologia DRI a gas naturale permette di eliminare gli altiforni a carbone, riducendo significativamente il contributo emissivo. Solo con il successivo passaggio all'idrogeno verde, tuttavia, è possibile produrre acciaio primario in maniera del tutto compatibile con gli obiettivi climatici al 2050.

Box 1

La tecnologia BF – BOF

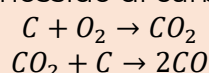
Il processo BF – BOF (*Blast Furnace – Basic Oxygen Furnace*) è quello maggiormente utilizzato per la produzione dell'acciaio primario ed è costituito dai seguenti stadi:

1. Preparazione delle materie prime (minerali ferrosi e carbone). I minerali ferrosi vengono inviati agli impianti di sinterizzazione e pellettizzazione, in modo tale da ottenere agglomerati di dimensioni adeguate. Gli agglomerati vengono poi frantumati e raffreddati e la CO₂ è un'emissione degli impianti di sinterizzazione. Il carbone viene sottoposto alla distillazione, un processo di separazione chimica per via gassosa che avviene a una temperatura compresa fra 510°C e i 1010°C, in assenza di ossigeno. Si ottiene così il coke, che viene poi mescolato insieme al minerale ferroso e riscaldato fino a una temperatura di 1000 - 1300°C;

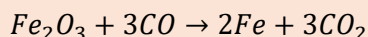
¹⁸ "Azione per il clima", ArcelorMittal, maggio 2019.

¹⁹ Dati Politecnico di Milano.

2. Produzione della ghisa. Il minerale ferroso, il coke e il calcare vengono caricati nell'altoforno (*Blast Furnace*) e dell'aria calda viene immessa dal basso. L'aria reagisce con il coke, formando monossido di carbonio (CO):



Il monossido di carbonio è l'agente riducente che permette di separare il ferro presente nei minerali, secondo la seguente reazione chimica complessiva:



Si ottiene così la ghisa liquida, ovvero una lega con tenore di carbonio superiore al 2.11%.

3. Produzione dell'acciaio. Per ottenere l'acciaio, materiale con un tenore di carbonio compreso tra $0,005\% < C < 2,11\%$, la ghisa viene immessa nella *Basic Oxygen Furnace*, insieme a una certa quota di rottame (con funzione di raffreddante) e viene convertita in acciaio mediante un getto di ossigeno. Quest'ultimo reagisce con il carbonio presente nella ghisa e si forma anidride carbonica: in questo modo viene ridotto il contenuto di carbonio e si produce l'acciaio.

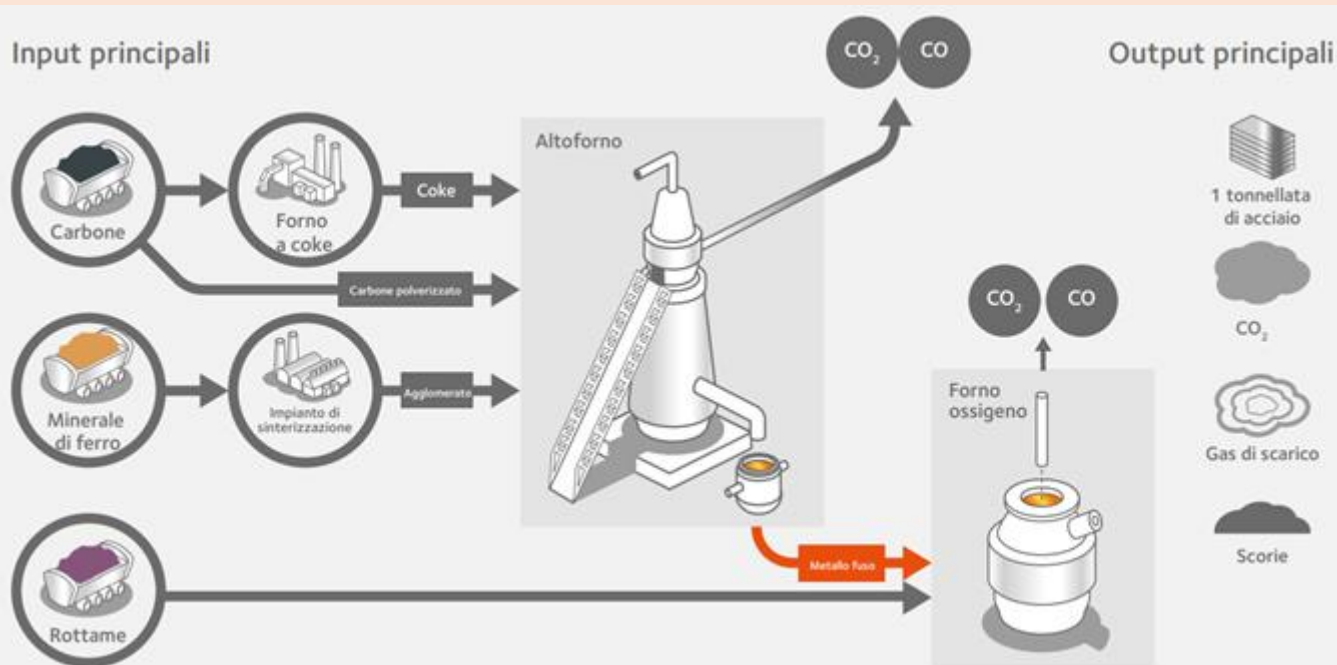


Figura 6 - Produzione di acciaio con ciclo integrale²⁰

Nel processo a ciclo integrale il carbone ha molteplici funzioni: è uno degli 'ingredienti' per la produzione della lega di acciaio, è la sorgente della specie chimica riducente per la produzione della ghisa, viene utilizzato come fonte energetica per la generazione del calore e svolge una funzione strutturale per il sostegno del materiale caricato nell'altoforno. La produzione di acciaio da ciclo integrale è particolarmente emissiva in termini d'inquinanti gassosi, di polveri e di gas a effetto serra. Nel 2020 presso l'acciaieria di Taranto sono state prodotte 3,4 milioni di tonnellate di acciaio, con un'emissione di 8,3 milioni di tonnellate di CO₂ in atmosfera.

4.1 Esempi di *best practice*

In Europa molti grandi produttori di acciaio stanno già investendo in progetti che mirano allo sviluppo della tecnologia DRI a idrogeno su vasta scala. Nel 2016 SSAB, LKAB e Vattenfall

²⁰ "Azione per il clima", ArcelorMittal, maggio 2019.

hanno avviato il progetto HYBRIT (*HYdrogen BReakthrough Ironmaking Technology*²¹), una *joint venture* con l'obiettivo di sviluppare la sostituzione del carbone con l'idrogeno nel processo produttivo dell'acciaio. Un anno fa sono iniziati i primi test per la produzione di acciaio verde presso l'acciaiera di Lulea, nel nord della Svezia. I primi lotti di acciaio verde sono stati inviati al gruppo Volvo per la progettazione di prototipi di veicoli fabbricati con questo acciaio e l'obiettivo è quello di sviluppare la tecnologia DRI a idrogeno su scala industriale entro il 2026. La *joint venture* ha inoltre annunciato che verrà costruito a Gaellivare, in Svezia, un impianto DRI a idrogeno verde con una capacità produttiva di 1,3 Mt di acciaio all'anno, che entrerà in funzione nel 2026 e che raggiungerà una produzione di 2,7 Mt/anno nel 2030²².

Nel 2019 ArcelorMittal ha avviato un progetto da 65 milioni di euro per sperimentare la produzione di acciaio con idrogeno verde ad Amburgo, in Germania²³. In questo stabilimento la tecnologia DRI viene utilizzata già dal 1971, basata sull'impiego del gas naturale. Ora l'obiettivo è quello di produrre 100 kt all'anno di acciaio utilizzando prima idrogeno grigio, per poi passare gradualmente all'idrogeno verde.

Con il progetto *H2FUTURE*²⁴, finanziato dall'Unione Europea nel 2019, si sta studiando la produzione di idrogeno verde su scala industriale da utilizzare poi nell'industria siderurgica. A tal fine, nello stabilimento Voestalpine di Linz, in Austria, è stato costruito quello che attualmente è il più grande impianto pilota per la produzione di idrogeno per l'industria siderurgica, con una capacità di elettrolisi da 6 MW²⁵. Il finanziamento totale del progetto è di 18 milioni di euro. I primi test effettuati stanno avendo esiti positivi.

4.2 Il problema dell'inquinamento locale a Taranto

Il processo DRI è caratterizzato da una linea produttiva più 'corta' rispetto al classico processo a ciclo integrale, senza necessità di impianti di cokeria e di agglomerazione, che sono quelli che hanno il maggior impatto ambientale. Durante questi processi si formano, infatti, emissioni di sostanze tossiche e cancerogene con effetti di inquinamento locale e sanitari molto rilevanti. Nella valutazione delle soluzioni per la riconversione dello stabilimento di Taranto occorre, quindi, considerare anche gli obiettivi ambientali più ampi che è necessario perseguire sull'area. Tale approccio, soprattutto nel contesto di Taranto, è imprescindibile: lo stabilimento siderurgico è l'emblema di un modello produttivo che ha caratterizzato lo sviluppo industriale del Paese in un momento storico (il dopoguerra) in cui la componente sanitaria e ambientale era pressoché ignorata nella pianificazione degli investimenti, anche pubblici. Nella definizione della localizzazione dei poli di produzione valevano logiche più legate al contesto socioeconomico che a quello ambientale e sanitario. Tale approccio, negli anni, ha portato a molte delle situazioni di emergenza ambientale su scala nazionale: basti ricordare l'area di Augusta in Sicilia, Marghera a Venezia, o Brindisi, solo per citarne alcuni. Taranto, quindi, è un caso emblematico: un'area industriale che ha dimensioni paragonabili a quelle dell'abitato ed è a ridosso dello stesso, situato in un contesto ambientale fragile (basti pensare alla particolare conformazione morfologica della costa in quel tratto), da anni al centro di battaglie legali e di proteste dei cittadini per l'inquinamento che genera. Secondo quanto emerge dall'ultimo *Controllo presso lo stabilimento siderurgico strategico di interesse nazionale ArcelorMittal Italia di Taranto* di ISPRA le emissioni convogliate dalla sola area a caldo sono pari a:

²¹ [Progetto HYBRIT](#).

²² "[HYBRIT: SSAB, LKAB and Vattenfall to begin Industrialization of future fossil-free steelmaking by establishing the world's first production plant for fossil-free sponge Iron In Gällivare](#)", SSAB, 24 marzo 2021.

²³ "Azione per il clima", ArcelorMittal, maggio 2019.

²⁴ [Progetto H2FUTURE](#).

²⁵ "[H2FUTURE](#)", Voestalpine.

- 3,1 mila tonnellate all'anno di polveri;
- 257,7 tonnellate all'anno di sostanze ritenute cancerogene e/o tossiche per la riproduzione e/o mutagene;
- 1 kt all'anno di sostanze inorganiche che si presentano sotto forma di polvere (come, ad esempio, cadmio, mercurio e tallio).

Il *Controllo* di ISPRA riporta inoltre che *il problema peculiare dell'impianto AMI sono le notevoli quantità di emissioni diffuse che il processo siderurgico determina*. Oltre all'inquinamento dell'aria, va considerato l'effetto più ampio su tutti i comparti ambientali, anche tenendo conto della particolare concentrazione di recettori nelle immediate vicinanze dell'area di impianto. È palese quanto, pur realizzando gli interventi di ambientalizzazione già previsti al fine di minimizzare gli impatti sul territorio, il processo in sé, con l'utilizzo massivo di carbone, determini inevitabili conseguenze ambientali e sanitarie che una sostituzione della tecnologia potrebbe, invece, risolvere in maniera radicale.

In Tabella 2 si riportano le emissioni di gas climalteranti e di inquinanti dell'acciaiera di Taranto.

Tabella 2 - Emissioni di gas a effetto serra e di inquinanti dell'acciaiera di Taranto nel 2018²⁶

u.d.m.		
Anidride carbonica (CO₂)	10'763,3	kt
Monossido di carbonio (CO)	73,4	kt
Ossidi d'azoto (NO_x)	5,2	kt
Ossidi di zolfo (SO_x)	4,6	kt
Particolato (PM10)	0,3	kt
Non-methane volatile organic compounds (NMVOC)	0,2	kt
u.d.m.		
Ammoniaca (NH₃)	37,8	t
Cloro e composti inorganici (HCl)	19,4	t
Floro e composti inorganici (HF)	8,1	t
Benzene	8	t
Zinco e composti (Zn)	4,3	t
Cianuri (CN)	3,8	t
Cromo e composti (Cr)	1,4	t
Nichel e composti (Ni)	0,7	t
Piombo e composti (Pb)	0,6	t
Rame e composti (Cu)	0,3	t
Naftalene	0,2	t
Arsenico e composti (As)	0,1	t
Cadmio e composti (Cd)	0,1	t
u.d.m.		
Mercurio e composti (Hg)	21	kg

4.3 La scala dell'intervento

Mediamente, gli impianti per la produzione di acciaio primario volti alla realizzazione di prodotti piani, come l'impianto di Taranto, hanno capacità superiori rispetto alle fornaci ad arco elettrico. Tipicamente le capacità produttive annuali sono comprese fra 4 e 8 milioni di tonnellate. Per lo stabilimento di Taranto, che era stato progettato e realizzato per una produzione di 12 Mt/anno²⁷ (di cui 9,5 Mt prodotte in loco e il resto importate nello stabilimento in forma di semilavorati²⁸), si ipotizza di arrivare a produrre 8 Mt/anno di acciaio a regime. Tale

²⁶ "[ArcelorMittal Italia](#)", *European Industrial Emissions Portal*.

²⁷ "[Proposta di soluzione tecnica per il rilancio dello stabilimento di Taranto](#)", *Federmanager*, maggio 2020.

²⁸ Dati *Politecnico di Milano*.

livello produttivo permette di sfruttare le economie di scala, che sono sempre state il punto di forza dello stabilimento tarantino, di mantenere in equilibrio la capacità produttiva e quella di laminazione, di sfruttare l'area servizi e la logistica e di ottimizzare il livello occupazionale. Rispetto all'output del 2020, il livello produttivo può crescere in modo graduale, come ipotizzato, ad esempio, dall'accordo Invitalia - ArcelorMittal³⁰ (Figura 7).



Figura 7 – Andamento della produzione di acciaio primario in Italia dal 1990. In viola è indicato il livello produttivo 2021 - 2025 dello stabilimento di Taranto concordato tra Invitalia e ArcelorMittal³¹

4.4 I costi attuali della tecnologia DRI

La tecnologia DRI a gas naturale è una soluzione collaudata e consolidata, che viene già utilizzata da alcuni stabilimenti siderurgici, soprattutto in Medio Oriente, dove le imprese hanno accesso a gas naturale a basso costo. Nell'ottica della decarbonizzazione della produzione di acciaio primario, l'utilizzo del gas naturale, tuttavia, è da considerarsi come un combustibile di transizione, dato che comporta comunque l'emissione di una certa quantità di gas serra (seppur significativamente ridotta rispetto all'utilizzo del carbone). Il ricorso al gas è motivato dai tempi della riconversione, che prevedono la chiusura degli altiforni a carbone e necessitano di attendere lo sviluppo di tecnologie adeguate alla produzione dei quantitativi di idrogeno necessari e anche della maggiore penetrazione delle rinnovabili nel sistema elettrico nazionale. La tecnologia DRI riveste un particolare interesse strategico in quest'ottica poiché permette di effettuare questo passaggio con modesti interventi sugli impianti, dal momento che l'ottimizzazione è correlata principalmente ad aspetti operativi e di qualità del prodotto piuttosto che all'impiantistica di base.

L'utilizzo dell'idrogeno verde è invece ancora a uno stadio sperimentale, soprattutto a causa degli elevati investimenti nelle infrastrutture necessarie per produrre una sufficiente quantità di energia elettrica a partire da fonti energetiche rinnovabili e a causa della taglia ancora piuttosto ridotta degli elettrolizzatori.

³⁰ "AM InvestCo Italy S.p.A.", 12 gennaio 2021.

³¹ "[Rapporto esercizio 2020 Allegato-1.2 Materiali prodotti in stabilimento](#)", Ministero della Transizione Ecologica.

"[La siderurgia italiana in cifre](#)", Federacciai.

"AM InvestCo Italy S.p.A.", 12 gennaio 2021.

Sulla base delle considerazioni esposte nei paragrafi precedenti, si assume che, a regime, lo stabilimento di Taranto possa raggiungere una produzione di 8 Mt di acciaio all'anno. L'idrogeno dovrebbe essere prodotto in loco, data la complessità e i problemi di sicurezza relativi al suo trasporto. L'energia elettrica necessaria si ipotizza sia approvvigionata dalla rete e, sulla base di questa ipotesi, non è, quindi, necessario prevedere un sistema dedicato per la produzione di energia elettrica a Taranto, dove sarà, anzi, eventualmente possibile sfruttare la sovra-produzione delle rinnovabili con sistemi di accumulo. Gli investimenti nelle rinnovabili non sono, dunque, direttamente correlati all'acciaieria di Taranto, ma dovranno essere integrati nel contesto più ampio della decarbonizzazione del sistema elettrico nazionale. Potrà, comunque, essere valutata l'ipotesi di sfruttare le ampie superfici impermeabilizzate e di copertura già presenti nello stabilimento siderurgico per l'eventuale installazione di impianti fotovoltaici.

Gli investimenti necessari per la riconversione dello stabilimento di Taranto da altiforni a carbone a DRI a gas naturale riguardano le unità di riduzione diretta, i forni ad arco elettrico e i pellettizzatori per la lavorazione dei minerali ferrosi. Le unità di riduzione diretta hanno un costo di 1,8 miliardi di € per la produzione di 8 milioni di tonnellate di acciaio all'anno³². Per i forni ad arco elettrico si stima un investimento di 0,5 miliardi di euro, ipotizzando di riutilizzare alcuni impianti ausiliari già molto efficienti presenti nello stabilimento. Per la produzione di acciaio da DRI va realizzato anche il pellettizzatore, del costo di 220 milioni di euro. Complessivamente si ottiene un investimento pari a 2,5 miliardi di euro, a cui si aggiungono anche i costi relativi alla dismissione degli altiforni esistenti e quelli relativi all'adattamento impiantistico derivante dalla modifica del layout.

Per il successivo passaggio dal gas naturale all'idrogeno verde sono necessari gli elettrolizzatori e i sistemi per lo stoccaggio dell'idrogeno, in modo tale da poter garantire il funzionamento continuo dello stabilimento. Considerando che per la produzione di una tonnellata di acciaio siano necessari 0,06 tonnellate di idrogeno, a regime è necessario produrre 0,5 Mt di idrogeno all'anno, da cui risulta un fabbisogno di 56,4 tonnellate di idrogeno all'ora, ipotizzando un funzionamento in continuo degli elettrolizzatori. Dietro l'ipotesi di un fabbisogno elettrico specifico degli elettrolizzatori di 52 MWh/t di idrogeno e un prezzo di questa tecnologia di 1 milione di euro al MW, si ottiene un investimento di 2,9 miliardi di euro³³.

Pur con un funzionamento in continuo degli elettrolizzatori, un impianto siderurgico richiede lo stoccaggio di una certa quantità d'idrogeno per garantire sicurezza e continuità di funzionamento. Per una grande acciaieria è necessario stoccare una quantità d'idrogeno corrispondente a cinque giornate di lavoro, che per Taranto equivalgono a 6,8 kt di idrogeno una volta raggiunto il target produttivo di 8 Mt di acciaio all'anno³⁴. Considerando che i serbatoi hanno un costo compreso fra 500 e 600 €/kg e che i compressori hanno un costo di 1500 €/kW, è necessario un investimento di 5,3 – 5,9 miliardi di euro per i sistemi per lo stoccaggio dell'idrogeno³⁵. Si ottiene quindi che per il passaggio dal gas naturale all'idrogeno verde è necessario un ulteriore investimento compreso fra 8,2 e 8,9 miliardi di euro. In Tabella 3 si riassumono gli investimenti necessari per la riconversione dello stabilimento di Taranto da altiforni a carbone alla tecnologia DRI a idrogeno verde.

³² Dati Politecnico di Milano.

³³ Dati Politecnico di Milano.

Ipotesi IEA.

³⁴ Bhaskar, Abhinav; Assadi, Mohsen; Somehsaraei, Nikpey, Homam; "[Decarbonization of the Iron and Steel Industry with Direct Reduced of Iron Ore with Green Hydrogen](#)", *energies*, 9 febbraio 2020.

³⁵ Dati Politecnico di Milano.

Tabella 3 – Investimenti necessari per la riconversione dell'acciaio di Taranto da altiforni a carbone alla tecnologia DRI a idrogeno verde (costi attuali)

Investimento necessario [miliardi €]	
Unità DRI	1,8
Unità EAF	0,5
Pellettizzatori	0,2
Sub totale per passaggio da carbone a gas naturale	2,5
Elettrolizzatori	2,9
Stoccaggio idrogeno	5,3 – 5,9
Sub totale per passaggio da gas naturale a idrogeno verde	8,2 – 8,9
Totale	10,7 – 11,3

Si stima che attualmente il *Levelized Cost of Production* (LCOP) di una tonnellata di acciaio con la tecnologia DRI alimentata a idrogeno verde sia pari a 669 €/t. Nel caso di DRI a gas naturale l'LCOP è compreso fra 490 e 600 €/t a seconda del prezzo del gas naturale. Con gli altiforni a carbone si ha un LCOP di 580 – 592 € per tonnellata di acciaio. Tuttavia, al 2030 il prezzo della CO₂ è destinato ad aumentare, dai 58 €/t di oggi a circa 68 €/t³⁶. In combinazione con il calo del prezzo dell'energia elettrica da fotovoltaico (LCOE assunto pari a 37,8 €/MWh, contro i 56,7 €/MWh attuali³⁷), si ottiene un calo del costo di produzione con DRI a idrogeno verde a 543 €/t. Questa soluzione risulta la più economicamente conveniente poiché alla tecnologia DRI a gas naturale sarà associato un LCOP di 607 €/t, che per gli altiforni a carbone arriva fino a 609 € per tonnellata di acciaio prodotto.

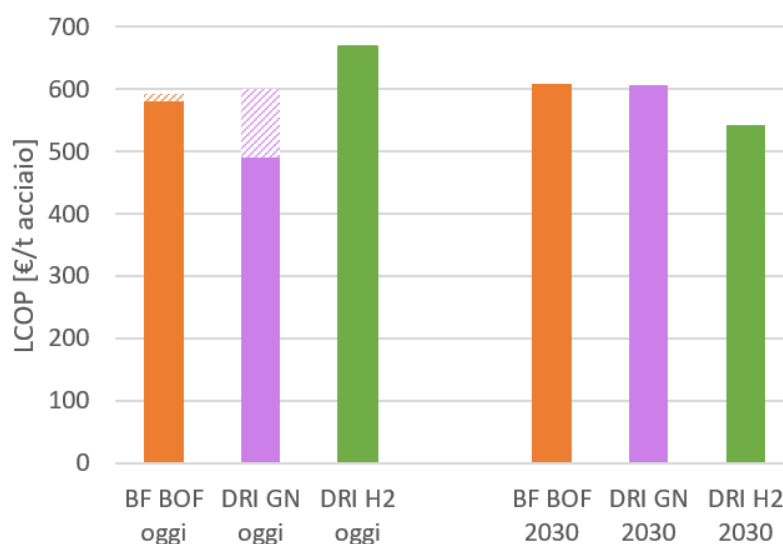


Figura 8 – Levelized Cost Of Production (LCOP) dell'acciaio oggi e al 2030, rispettivamente con gli altiforni a carbone, la tecnologia DRI a gas naturale e a idrogeno verde. I range di prezzo attuale nei casi BF BOF e DRI a gas naturale sono dovuti al fatto che è stato considerato un prezzo del gas naturale sia pari a 15,4 €/MWh (media 2019) sia pari a 63,6 €/MWh (media agosto, settembre e ottobre 2021). Per le stime attuali di BF BOF e DRI a gas è stato ipotizzando un prezzo dell'energia elettrica di 40 €/MWh. Nel caso DRI a idrogeno si ipotizza che l'energia elettrica sia prodotta tramite un impianto fotovoltaico, quindi con un prezzo di 56,7 €/MWh. Al 2030 si ipotizza un prezzo dell'energia elettrica pari a 37,8 €/MWh per tutte e tre le soluzioni tecnologiche. Infine, si ipotizza una vita utile degli impianti di 20 anni e un discount rate del 10%.

³⁶ "Spot Market", eex.

Scenari PRIMES.

³⁷ Tale LCOE è riferito a energia elettrica prodotta da fotovoltaico, assumendo: vita utile dell'impianto di 20 anni, discount rate del 10%, 1600 kWh di energia prodotta al kW, CAPEX di 600 €/kW, OPEX di 25 €/kW e un costo di connessione di 1,5 milioni di € per un impianto da 30 MW ("[Renewable Energy Report](#)", Politecnico di Milano, maggio 2019). Per il 2030 è stato assunto un discount rate del 5% (ipotizzando che venga garantito da SACE), 1600 kWh di energia prodotta al kW, CAPEX di 500 €/kW e OPEX di 21,3 €/kW ("[Renewable Energy Report](#)", Politecnico di Milano, maggio 2019; "[Più pulita, intelligente e conveniente: come cogliere le opportunità della transizione energetica in Europa](#)", Energy Union Choices; "PV LCOE in Europe 2014 - 30", PhotoVoltaic Technology Platform, 30 giugno 2015 e dati da Politecnico di Milano).

Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza³⁸ riconosce che *l'acciaio è uno dei settori dove l'idrogeno può assumere un ruolo rilevante in prospettiva di progressiva decarbonizzazione*. A tal proposito nella Missione 2 Componente 2 (M2C2) "Energia rinnovabile, Idrogeno, Rete e Mobilità sostenibile" è previsto un investimento di soli due miliardi di euro per l'utilizzo dell'idrogeno nei settori *hard to abate* (cemento, vetro, carta, ceramica e acciaio). Per l'acciaio si intende promuovere lo studio di impianti pilota DRI a idrogeno, forni elettrici per la fusione del preridotto ottenuto da DRI e forni di riscaldamento per i successivi processi di laminazione. Tuttavia, dei due miliardi di euro complessivamente previsti, non è specificato quanto viene destinato allo sviluppo della tecnologia DRI a idrogeno.

4.5 I costi della tecnologia DRI nel medio periodo

Attualmente la tecnologia DRI a idrogeno verde è caratterizzata da costi elevati, sui quali incidono in particolare i prezzi dei sistemi per la produzione e lo stoccaggio dell'idrogeno. Nei prossimi anni, però, i costi per la produzione di acciaio verde sono destinati a diminuire, soprattutto grazie alla supposta diminuzione dei prezzi degli elettrolizzatori, al miglioramento dell'efficienza di queste tecnologie e alle economie di scala. Ipotizzando che nel 2030 per la produzione di un chilogrammo di idrogeno verde saranno necessari 37 kWh di energia elettrica e che il costo degli elettrolizzatori scenderà a 0,5 milioni di euro al MW, si ottiene un investimento di 1 miliardo di euro per gli elettrolizzatori³⁹.

Si prevede che anche i prezzi dei serbatoi per lo stoccaggio dell'idrogeno siano destinati a diminuire, a 375 – 490 € per kg di idrogeno, da cui risulta un investimento di 2,5 – 3,3 miliardi di euro⁴⁰. Si ha quindi che l'extra investimento necessario per il passaggio dal gas naturale all'idrogeno sarà compreso tra 5,5 e 6,2 miliardi di euro, circa il 30% in meno rispetto a quello ottenuto con i prezzi correnti. In Tabella 4 si riassumono gli investimenti necessari per la riconversione dello stabilimento di Taranto da altiforni a carbone alla tecnologia DRI a idrogeno verde con i prezzi al 2030.

Tabella 4 - Investimenti necessari per la riconversione dell'acciaio di Taranto da altiforni a carbone alla tecnologia DRI a idrogeno verde (costi al 2030)

Investimento necessario [miliardi €]	
Unità DRI	1,8
Unità EAF	0,5
Pellettizzatori	0,2
Sub totale per passaggio da carbone a gas naturale	2,5
Elettrolizzatori	1
Stoccaggio idrogeno	4,4 – 5,2
Sub totale per passaggio da gas naturale a idrogeno verde	5,5 – 6,2
Totale	7,9 – 8,7

4.6 Le ripercussioni sull'occupazione

Attualmente nello stabilimento di Taranto lavorano 8'200 persone, di cui 5'000 nell'area a caldo⁴¹. L'adozione della tecnologia DRI genera un ridimensionamento del livello

³⁸ "[Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza](#)". [PNRR.pdf \(governo.it\)](#)

³⁹ Ipotesi *Hydrogen Europe*.

⁴⁰ Gorre, Jachin; Ruoss, Fabian; Hannu Karjunen; Schaffert, Johannes; Tynjälä, Tero; "[Cost benefits of optimizing hydrogen storage and methanation capacities for Power-to-Gas plants In dynamic operation](#)", *Applied Energy*, 2020.

⁴¹ "[Proposta di soluzione tecnica per il rilancio dello stabilimento di Taranto](#)", *Federmanager*, maggio 2020.

Bentivogli, Marco; "[Contro i cialtroni dell'acciaio](#)", *FIM-CISL*, 27 novembre 2019.

occupazionale in quanto, essendo necessario un minor numero di impianti per la produzione dell'acciaio, servono anche meno addetti per la gestione di tali impianti. I bassi volumi produttivi attuali e le modifiche impiantistiche comportano che la forza lavoro attuale sia eccedente i reali fabbisogni dello stabilimento, se riconvertito a DRI. Dalla letteratura emerge che in un impianto DRI + EAF servono dai 227 ai 400 addetti per la produzione di un milione di tonnellate all'anno di acciaio, che si traduce in una forza lavoro complessiva di 1' 816 - 3' 200 persone, con un esubero di 1' 800 - 3' 184 addetti⁴².

Producendo in loco l'idrogeno necessario, esiste un potenziale per la creazione di una filiera dell'idrogeno. Nelle Linee Guida Preliminari della Strategia Nazionale Idrogeno⁴³, il governo italiano prevede l'installazione di circa 5 GW di capacità di elettrolisi entro il 2030, il doppio di quella necessaria per la riconversione dell'acciaieria di Taranto. A partire da queste Linee Guida si stima che a Taranto le ripercussioni sull'occupazione, solamente correlate alla produzione dell'idrogeno, potrebbero essere di circa 100 mila posti temporanei durante la fase di costruzione e 50 mila fissi. L'investimento elevato richiesto dalla tecnologia DRI a idrogeno è, quindi, compensato da molteplici benefici, quali l'abbattimento delle emissioni di gas a effetto serra e di inquinanti e la creazione di una filiera locale dell'idrogeno, con ripercussioni positive sull'occupazione.

Saranno necessari corsi di formazione per i lavoratori che dovranno interfacciarsi con le nuove tecnologie, comprese sia le unità DRI che gli elettrolizzatori. Le risorse del *Just Transition Fund*⁴⁴, un fondo di 17,5 miliardi di euro per sostenere i territori maggiormente interessati dal processo di decarbonizzazione, potrebbero essere utilizzate per l'eventuale formazione dei lavoratori.

5 La cattura della CO₂

Nel corso degli anni sono già stati presentati diversi progetti di riqualificazione dello stabilimento di Taranto, alcuni dei quali basati sull'impiego della *Carbon Capture and Storage* (CCS). Questi impianti vengono utilizzati per catturare l'anidride carbonica originata dall'utilizzo dei combustibili fossili e da alcuni processi industriali. Una volta catturata, la CO₂ può essere stoccata in appositi siti di confinamento oppure può essere utilizzata come materia prima per la produzione di prodotti quali, ad esempio, plastica, cemento o combustibili (CCU, *Carbon Capture and Utilization*). Questi ultimi esempi non riguardano, tuttavia, realizzazioni su scala industriale, dal momento che la gran parte dei processi di utilizzo della CO₂ sono a scala sperimentale.

Con il processo DRI a gas naturale si ottiene un flusso di CO₂ quasi pura. Ciò ne permette una facile cattura, per un utilizzo della CO₂ o per un eventuale stoccaggio, qualora dovessero emergere dei potenziali significativi. Tuttavia, il nodo principale è la dismissione degli altiforni a carbone e il passaggio al DRI a gas naturale, che già di per sé consente un abbattimento delle emissioni di CO₂ del 55% e di allineare il processo produttivo dell'acciaio primario alla decarbonizzazione di lungo periodo.

Mantenendo gli altiforni a carbone e installando un impianto CCS, è possibile ridurre le emissioni del 50%, con un consumo elettrico di 1,5 MWh/t acciaio. Con una produzione di 8 milioni di tonnellate di acciaio all'anno, verrebbero ancora emesse 9,8 Mt di CO₂, oltre a consistenti emissioni d'inquinanti e di polveri (Figura 9). È quindi, fondamentale, sottolineare che, anche utilizzando la CCS per abbattere le emissioni climalteranti degli altiforni a

⁴² "[Proposta di soluzione tecnica per il rilancio dello stabilimento di Taranto](#)", *Federmanager*, maggio 2020.

Marescotti, Alessandro; "[L'occupazione crolla con l'acciaio green](#)", *Peacelink*, 22 luglio 2021.

⁴³ "[Strategia Nazionale Idrogeno Linee Guida Preliminari](#)", *Ministero dello Sviluppo Economico*.

⁴⁴ "[Just Transition Fund](#)", *Parlamento Europeo*, 20 settembre 2021.

carbone, non sarebbe possibile farlo in maniera completa, si avrebbero dei costi di gestione molto più rilevanti che nel caso del DRI e, soprattutto, i costi di gestione e i rischi ambientali di un processo basato sull'utilizzo di carbone non verrebbero a cessare, come invece auspicato per l'area di Taranto.

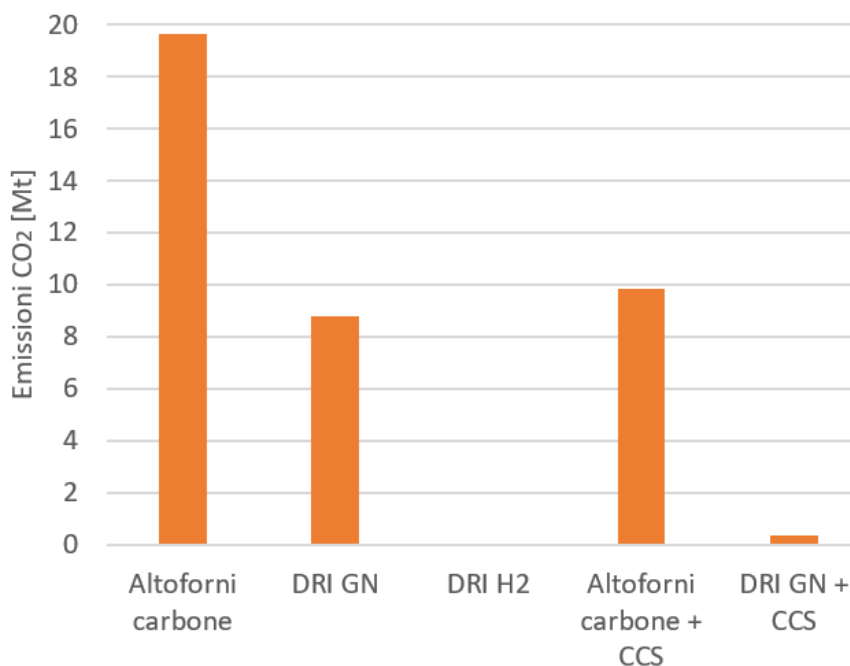


Figura 9 – Stima delle emissioni di CO₂ presso l'acciaieria di Taranto in funzione di diversione tecnologie, ipotizzando una produzione di 8 Mt di acciaio all'anno

6 Conclusioni

Il rilancio della produzione di acciaio primario in Italia passa attraverso una riconversione dell'area a caldo dello stabilimento di Taranto. Un'efficace trasformazione produttiva è possibile e in linea con gli obiettivi economici e ambientali a scala locale e globale, nel medio e lungo periodo. Le risorse pubbliche e, in particolare, quelle del *Recovery Fund*, devono essere indirizzate verso la tecnologia DRI, in quanto è l'unica che garantisce la produzione di acciaio in un modo compatibile con gli obiettivi di decarbonizzazione di lungo termine. Continuare a investire in filiere ad alta intensità di carbonio, contrarie agli obiettivi che il Paese e l'Unione Europea hanno stabilito, appare un controsenso. Affinché l'azione sia efficace è necessario elaborare un piano d'azione coordinato con tutti gli attori del settore, compatibile con la visione di neutralità climatica di lungo termine e contenente espliciti obiettivi per il 2025 e per il 2030.

Una transizione rapida verso l'acciaio verde dipende dalla disponibilità di grandi quantità di energia pulita e di infrastrutture. La riconversione dell'industria e del settore siderurgico passano, necessariamente, per un'efficace transizione del settore elettrico verso le rinnovabili. Politiche di supporto agli investimenti nelle infrastrutture per l'idrogeno verde sono, in questo momento storico, cruciali per far progredire i processi su larga scala e farne diminuire i costi.

Gli ingredienti di questa strategia dovrebbero prevedere aiuti agli investimenti e lo stimolo di una domanda di acciaio verde, facendo leva sugli appalti pubblici e incoraggiando un medesimo comportamento anche nel settore privato, con particolare riferimento alle filiere a valle della produzione di acciaio primario. Esistono, infatti, partnership industriali nei settori *automotive*, come quella tra SSAB e Volvo, che potrebbero essere promosse anche nei settori elettromeccanico e delle costruzioni. Tali partnership potrebbero essere garantite dallo Stato con strumenti quali, ad esempio, i contratti per differenza, in modo tale che l'acquirente possa

acquistare acciaio verde a un prezzo che sia competitivo con quello dell'acciaio da altiforni a carbone. Il surplus di costo verrebbe pagato al produttore dallo stato.