

# Le attività del nuovo Working Group SET Plan su HVDC

Riccardo Basosi *Università degli Studi di Siena e Ministero dell'Università e della Ricerca - MUR - delegato italiano per SET Plan*  
Marcello Capra *Ministero della Transizione Ecologica - MITE - delegato italiano per SET Plan*

Angelo L'Abbate *Ricerca sul Sistema Energetico - RSE SpA - referente italiano in WG HVDC SET Plan*  
Eleonora Riva Sanseverino *Università degli Studi di Palermo - referente italiano in WG HVDC SET Plan*

L'articolo presenta le attività del nuovo Working Group del SET Plan europeo sulle tecnologie HVDC. Le infrastrutture HVDC, favorendo l'integrazione di grandi quantità di energia da fonte rinnovabile, possono assumere un ruolo strategico nella transizione verso l'indipendenza energetica europea

**N**egli ultimi anni, l'Unione Europea (UE), su proposta della Commissione Europea, ha varato varie iniziative legislative e normative volte ad affrontare le sfide dovute alle minacce derivanti dai cambiamenti climatici e dal degrado ambientale. Come da strategia europea, l'obiettivo della sostenibilità ambientale si deve coniugare con quello relativo alla sicurezza e alla affidabilità degli approvvigionamenti energetici in un ambito di sistema di mercato liberalizzato e integrato per l'energia in UE. In questo quadro, è stato presentato a dicembre 2019 il *Green Deal* europeo [1], su proposta della Commissione Europea. Il *Green Deal* mira ambiziosamente a ridurre, tramite varie misure, le emissioni nette di gas a effetto serra di almeno il 55% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990, puntando in modo prioritario sull'efficienza energetica e sulla transizione verso un settore energetico ba-

sato in larga misura sulle fonti rinnovabili. Nel lungo termine, lo scopo è quello di realizzare la strategia dell'UE che punta a raggiungere la neutralità climatica in termini di emissioni inquinanti entro il 2050. Il *Green Deal* è stato poi reso implementabile dal pacchetto di proposte normative "Fit for 55" [2], adottato dalla Commissione Europea a luglio 2021, prefiggendosi anche di diversificare l'economia europea, trainandola dopo la crisi pandemica.

Tutte le citate misure dell'UE mirano implicitamente a ridurre anche la dipendenza dei Paesi UE dalle importazioni di energia. Alla luce dell'attuale situazione di crisi russo-ucraina, la Commissione Europea ha proposto (marzo 2022) e poi approvato (maggio 2022) il piano *REPowerEU* [3] per accelerare i passi verso la transizione e la diversificazione dell'approvvigionamento e verso l'aumento dell'indipendenza energetica dell'UE per affrancarla dai combustibili fossili d'importazione russa ben prima del 2030.

Tra gli strumenti per il raggiungimento degli obiettivi sopra delineati, il piano *REPowerEU* cita esplicitamente le seguenti misure.

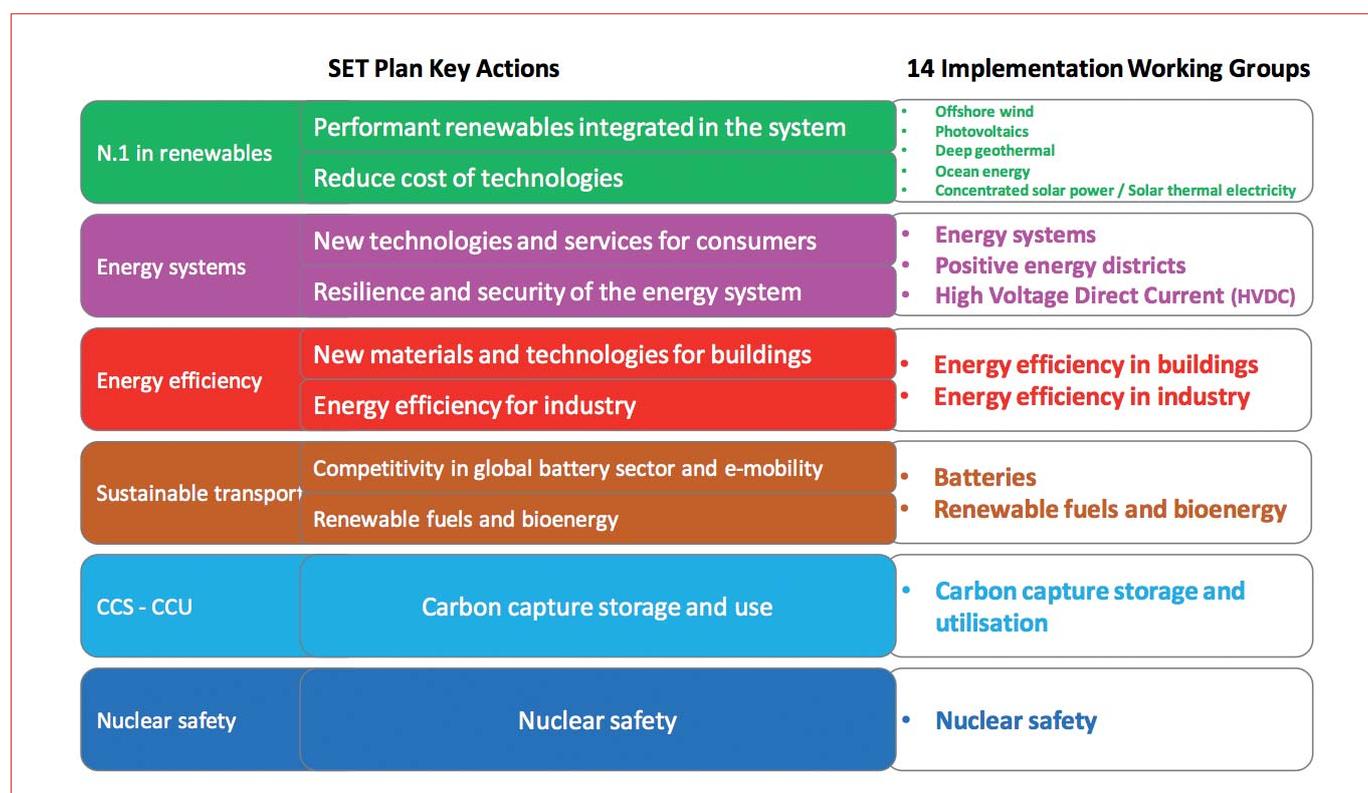
□ *Installazione massiccia di impianti di produzione da energia rinnovabile*: è in corso da parte dell'UE la revisione della *Renewable Energy Directive II* [4-5], per incrementare il target al 2030 della percentuale di copertura di consumi finali di energia con generazione da fonte rinnovabile dall'attuale obiettivo del 32% al valore del 40%, portando al 25% la produzione di energia da fonte solare rispetto alla totale produzione UE. Con il piano *REPowerEU*, la Commissione Europea ha proposto un ulteriore rialzo del target al 2030, da 40% a 45%, della percentuale di copertura di consumi finali di energia con genera-

zione da fonti rinnovabili. Questo ha portato a individuare nel potenziamento da 170 GW a 600 GW della capacità installata di generazione solare fotovoltaica e nella decuplicazione della potenza installata da fonte eolica offshore nel mare del Nord due misure concrete per coprire al 2030 il 20% del fabbisogno di gas naturale importato dalla Russia.

□ **Infrastrutture:** le nuove politiche di approvvigionamento energetico devono essere supportate da adeguate infrastrutture nel mercato europeo dell'energia. L'adeguatezza dei piani di sviluppo infrastrutturale dei gestori

## SET Plan e la tecnologia HVDC

La politica energetica dell'UE trova un importante supporto nelle attività di ricerca e sviluppo dimostrativo alla base dello *Strategic Energy Technology Plan* (SET Plan) europeo [7]. Questo è un piano strategico per l'innovazione tecnologica in Europa, che vede coinvolti la Commissione Europea e i rappresentanti di tutti gli Stati Membri UE e anche di alcuni Paesi associati (Svizzera, Norvegia, Islanda e Turchia); esso è organizzato in 14 gruppi di lavoro su 14 diverse grandi aree tematiche. In figura 1 sono schematizzate le attività del SET Plan integrato, con evidenza di 10 *Key Actions* e dei 14



▲ **Figura 1**  
Struttura schematica del SET Plan

di rete di trasmissione (*Transmission System Operator* - TSO) europei dovrà essere rivalutata alla luce del rischio legato all'approvvigionamento energetico.

Fra le infrastrutture energetiche, quelle elettriche in alta tensione e in corrente continua (*High Voltage Direct Current* - HVDC) - che nel corso degli ultimi anni hanno visto ampliare il loro potenziale uso all'interno dei sistemi gestiti in HVAC (*High Voltage Alternating Current*) - costituiscono un'opzione tecnologica fondamentale per supportare l'integrazione di grandi quantità di elettricità generata da impianti a fonte rinnovabile.

gruppi di lavoro (*Implementation Working Groups* - IWG). A partire dal 2007, il SET Plan rappresenta uno strumento della Commissione Europea per facilitare l'innovazione tecnologica e sistemica, necessaria per realizzare la transizione verso la neutralità climatica in Europa entro il 2050. A tal fine, i gruppi di lavoro stabiliscono ambiziosi obiettivi di ricerca e innovazione da raggiungere nel tempo in materia di efficienza energetica, sistemi e tecnologie per l'energia a basse emissioni inquinanti, per la realizzazione degli obiettivi relativi all'approvvigionamento energetico e alla decarbonizzazione per l'UE nel medio e lungo termine. Fra i 14 gruppi di lavoro del SET Plan, l'ultimo nato è l'IWG sulle tecnologie HVDC e DC (*Direct*

*Current*), che ha iniziato le sue attività ad aprile 2021 e che consta di oltre 50 esperti a rappresentare gli Stati europei, tra cui l'Italia, e le associazioni industriali europee del settore.

Va innanzitutto sottolineato che il gruppo di lavoro su HVDC e DC è stato proposto e sviluppato come misura per l'attuazione della Strategia europea per le energie rinnovabili *offshore*. Infatti, nel novembre 2020, la comunicazione sulla Strategia europea per le energie rinnovabili *offshore* (*Offshore Renewable Energy Strategy*) [6] ha fissato obiettivi di capacità di generazione eolica *offshore* e di generazione da onde e maree pari ad almeno 60 GW e 1 GW entro il 2030, rispettivamente, e pari a 300 GW e 40 GW entro il 2050, rispettivamente, per sfruttare il vasto potenziale di generazione di energia rinnovabile *offshore* in vari bacini europei<sup>1</sup>.

La Strategia europea per le energie rinnovabili *offshore* affronta molti aspetti relativi allo sviluppo di infrastrutture energetiche *offshore*, comprese le tecnologie necessarie per trasmettere l'energia generata sulla terraferma, tra cui un'opzione chiave è rappresentata dalla trasmissione in HVDC.

In questo contesto, l'obiettivo del gruppo di lavoro su HVDC e DC è quello di supportare e promuovere lo sviluppo di tecnologie e sistemi in DC, a partire dai dispositivi in HVDC, in un sistema elettrico che funziona in corrente alternata (*Alternating Current - AC*). Questo includerà anche la valutazione, la pianificazione e la gestione di un diffuso sistema ibrido AC/DC, favorendo l'integrazione di fonti rinnovabili, sia *onshore* sia *offshore*, così come sostenendo la resilienza della rete complessiva, *onshore* e *offshore*, abilitandola in vista degli obiettivi sfidanti fissati dall'UE per il 2050. Le attività del gruppo di lavoro su HVDC e DC sono orientate ad avere un ampio impatto volto a:

- stimolare Ricerca & Sviluppo per migliorare interoperabilità, controllabilità, sicurezza, stabilità dinamica ed efficienza della rete elettrica equipaggiata da multipli sistemi HVDC;
- introdurre e valutare nel merito i benefici da nuove tecnologie che possono favorire l'implementazione di reti HVDC e ibride AC/DC;
- attrarre e aumentare l'interesse da parte di categorie professionali (ingegneri, industria e decisori politici) verso i sistemi HVDC, per favorire lo sviluppo della catena del valore e la disponibilità di manodopera qualificata;
- fornire a decisori politici e investitori tutte le informazioni per prendere decisioni fondate considerando i sistemi HVDC tra le opzioni importanti per lo sviluppo della rete; queste decisioni generalmente riguardano investimenti si-

gnificativi, molteplici attori e più Paesi coinvolti, e richiedono varie analisi dei benefici che questi progetti possono apportare;

- supportare la citata strategia della politica energetica europea.

Nell'ottobre 2021 è stato pubblicato il piano di implementazione (*Implementation Plan - IP*) del gruppo di lavoro su HVDC e DC [8]. Esso raccoglie le sollecitazioni industriali europee che afferiscono ai gruppi di lavoro nazionali, oltre che le indicazioni dei rappresentanti degli Stati europei.

Nel documento dell'IP, si delineano le attività e le finalità dell'IWG su HVDC e DC. La figura 2 mostra le direttrici di ricerca su cui si punta per realizzare gli obiettivi del piano di implementazione su HVDC. Particolare attenzione verrà dedicata alle 4 tematiche fondamentali relative allo sviluppo di:

- tecnologia;
- controllo e protezione;
- esercizio;
- pianificazione.

Per quanto riguarda lo sviluppo della *tecnologia*, tutti i componenti dei sistemi HVDC, a partire dai convertitori e dall'elettronica di potenza ai materiali semiconduttori avanzati di tipo ad ampio intervallo di banda (*Wide Band Gap - WBG*) e ai cavi, saranno oggetto delle attività di ricerca, innovazione e dimostrazione, promosse dall'IWG nel breve e medio termine. Inoltre, nel breve termine l'attenzione sarà anche su tecnologie quali gli interruttori in DC (*DC breakers*) e le linee aeree per studiarne la possibile conversione da HVAC a HVDC, con le relative tecniche e standardizzazione necessarie. Nel medio termine, ulteriori attività riguarderanno lo sviluppo di: sistemi e moduli HVDC sempre più efficienti, convenienti e standardizzati; convertitori DC-DC e tecnologie per il controllo dei flussi di potenza; componenti per i cavi sottomarini HVDC a grande profondità; materiali semiconduttori avanzati di tipo WBG per alte tensioni e applicazioni industriali.

Circa i temi legati a *controllo e protezione*, particolare attenzione sarà dedicata all'interoperabilità tra tecnologie HVDC multiterminali prodotte da costruttori differenti (*multi-terminal multi-vendor interoperability*), alla funzionalità dei convertitori HVDC eserciti per supportare in modo autonomo

---

<sup>1</sup> Anche in Italia, nonostante un quadro regolatorio ancora incompleto e alcune sfide tecnologiche necessarie, si registra un notevole aumento delle richieste di connessione di impianti eolici *offshore*, soprattutto nel sud Italia, e si prevede che entro il 2026 ci saranno installazioni eoliche *offshore* con piattaforme di tipo galleggiante, con potenza di picco pari a 3,5 GW.

la rete (*grid forming*), alla protezione e controllo sui lati AC e DC dei collegamenti in HVDC nel breve e medio termine. In particolare, nel breve termine la progettazione di componenti e interfacce per la protezione dei lati AC e DC e i benefici tecnico-economici dei convertitori HVDC per l'azione di blocco di propagazione di guasti (*firewall*) saranno analizzati nel dettaglio. Nel medio termine l'obiettivo delle attività consisterà anche nel realizzare in particolare l'applicazione dimostrativa di rete HVDC funzionante a livello di sistema in modo autonomo con il controllo in modalità *grid forming*, valutandone anche l'impatto sulla stabilità del resto del sistema AC.

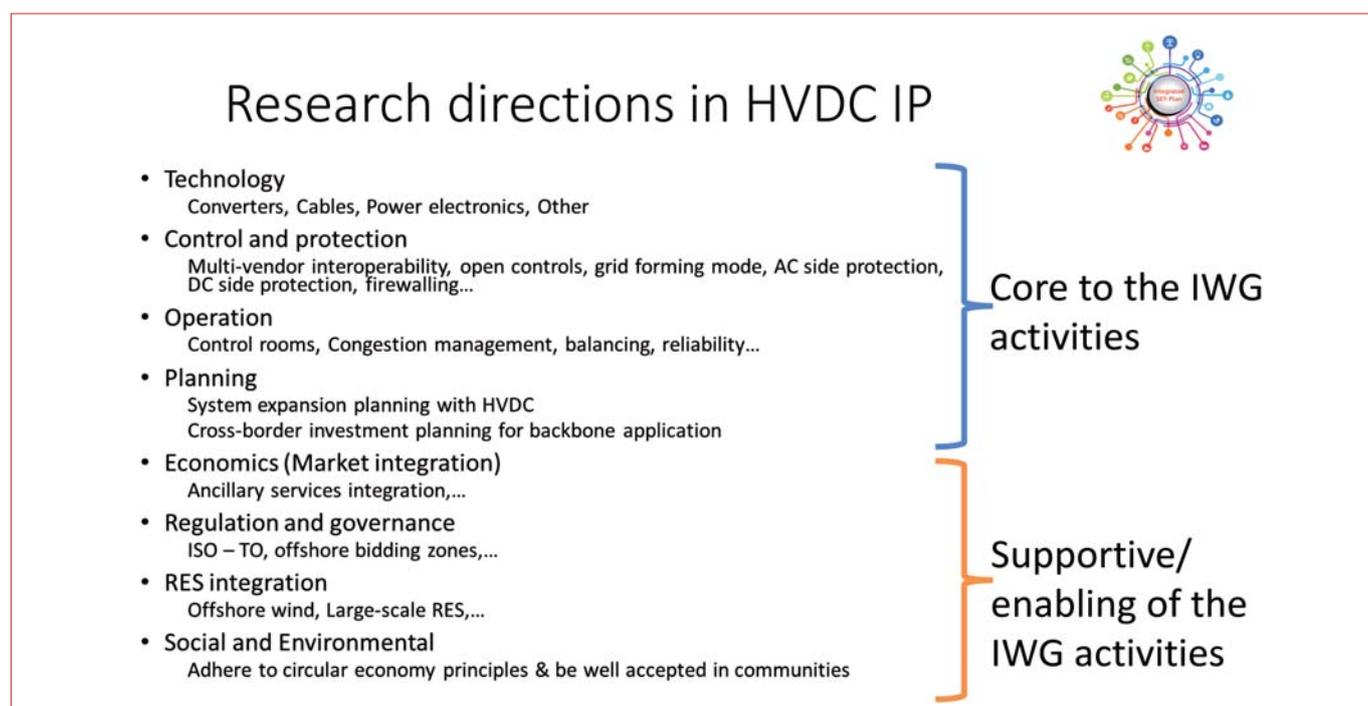
Nell'ambito dell'esercizio delle reti HVDC, le attività di ricerca, innovazione e dimostrazione si concentreranno su problematiche relative alla gestione delle congestioni, al bilanciamento, alla sicurezza e all'affidabilità. In particolare, nel breve termine sarà data priorità allo sviluppo di strumenti di calcolo e simulazione statica e dinamica dei sistemi ibridi AC/DC e di metodi di bilanciamento e ripartizione delle riserve in sistemi HVDC multiterminali. Nel medio termine ci si prefigge di applicare per l'esercizio della rete metodi e strumenti per la gestione della stabilità di sistemi ibridi AC/DC e di preparare aggiornamenti per i codici di rete che includano anche architetture complesse di sistemi HVDC.

Circa la *pianificazione* della rete, sarà fondata-

tale sviluppare nuove soluzioni avanzate per l'espansione del sistema, anche a livello transfrontaliero, con l'integrazione delle tecnologie HVDC e per la realizzazione di reti pan-europee in AC, DC e ibride AC/DC. Nel breve termine ci si concentrerà in particolare sullo sviluppo di metodi e strumenti per l'espansione del sistema combinato HVAC e HVDC e di principi per la gestione dei vari componenti di rete HVDC, a livello *onshore*, *offshore* e combinato *onshore/offshore*. Nel medio termine, saranno oggetto di ricerca, innovazione e dimostrazione tematiche relative a: applicazione di dispositivi HVDC di tipo *back-to-back* per la segmentazione di porzioni di rete sincrona HVAC continentale europea; definizione e selezione dei corridoi europei HVDC per il trasporto di grandi quantità di elettricità; valutazione dell'impatto ambientale del ciclo di vita dei sistemi HVDC (*Life Cycle Assessment*).

In aggiunta alle 4 tematiche fondamentali, varie attività dell'IWG su HVDC e DC saranno anche condotte su ulteriori 4 campi d'indagine di supporto, relativamente agli aspetti economici, regolatori, socio-ambientali e di integrazione delle fonti rinnovabili (figura 2).

Inoltre, future attività dell'IWG riguarderanno anche le tematiche relative allo sviluppo delle tecnologie MVDC (*Medium Voltage Direct Current*). Le motivazioni a supporto della necessità di uno sviluppo delle tecnologie MVDC sono legate a [11]:



**Figura 2**

Direttrici di ricerca per il piano di implementazione su HVDC

- necessità di controllare in modo più flessibile le reti di distribuzione in media tensione, per via della sempre più grande penetrazione di impianti a fonti rinnovabili ivi installati;
- crescente utilizzazione della mobilità elettrica e quindi della necessità di infrastrutture in media tensione e in corrente continua per la ricarica rapida;
- trasmissione di energia elettrica *offshore* in media tensione (tipicamente da 25 a 50 kV);
- implementazione di infrastrutture per il trasporto ferroviario;
- implementazione delle reti elettriche a bordo di navi.

Va sottolineato che le attività portate avanti nell'IWG su HVDC e DC saranno anche di fatto di riferimento per la preparazione dei progetti di ricerca nazionali e europei dei prossimi anni sui temi relativi a HVDC e DC.

L'insieme delle azioni descritte e previste dall'IWG nell'ambito HVDC deve essere orientato alla realizzazione di reti fisiche HVDC secondo una tempistica, anche ambiziosa, proposta dalla Commissione Europea, nel breve, medio e lungo termine, per raggiungere i seguenti obiettivi:

- una rete HVDC (ibrida AC/DC) in esercizio in Europa, basata su sistemi multiterminali e interoperabili realizzati da costruttori diversi (entro il 2027);
- un sistema HVDC multiterminale e interoperabile, sostenibile a livello tecnico-economico ed efficace come rete *offshore* (2027-2035);
- un sistema HVDC multiterminale e interoperabile a livello *onshore* (2027-2035);
- una rete strutturata HVDC pan-europea, a livello *onshore* e *offshore*, in grado di integrare sistemi più ridotti (2035-2050).

Il gruppo di lavoro su HVDC e DC deve inoltre affrontare le sfide necessarie per la implementazione del nuovo piano infrastrutturale transfrontaliero europeo TEN-E (*Trans-European Networks for Energy*) sul quale si è raggiunto un accordo politico a dicembre 2021, con approvazione a maggio 2022 ed entrata in vigore a giugno 2022.

In questo contesto, il nuovo regolamento TEN-E sulla rete trans-europea per l'energia [9] contiene l'obiettivo principale dell'approccio della Commissione Europea, risultando aggiornato al nuovo quadro geopolitico e allineato in modo coerente agli obiettivi del *Green Deal*. Gli elementi fondamentali del nuovo regolamento TEN-E includono:

- un quadro rafforzato per la cooperazione transfrontaliera per accelerare l'attuazione delle reti *offshore* come elemento fondante della transizione energetica;
- una maggiore attenzione alle categorie di infra-

- strutture come le reti elettriche di tipo *smart*;
- un ambito più ampio per includere le reti a idrogeno, nonché una valutazione di sostenibilità obbligatoria per tutti i progetti ammissibili.

Un'altra novità del regolamento TEN-E riguarda le nuove disposizioni sul sostegno ai progetti che collegano l'UE con Paesi terzi, denominati progetti di reciproco interesse (*Projects of Mutual Interest - PMI*), che contribuiscono agli obiettivi energetici e climatici dell'UE, in aggiunta ai progetti di interesse comune (*Projects of Common Interest - PCI*).

Le infrastrutture elettriche previste in UE a livello di rete onshore sono organizzate e aggregate per regioni lungo i 3 seguenti corridoi.

- *Interconnessioni elettriche nord-sud nell'Europa occidentale*: interconnessioni tra i Paesi dell'UE dell'Europa occidentale e con l'area mediterranea, compresa la penisola iberica, per integrare l'elettricità da fonti di energia rinnovabile e rafforzare le infrastrutture di rete interne per promuovere l'integrazione del mercato nella regione;
- *Interconnessioni elettriche nord-sud nell'Europa centro-orientale e sud-orientale*: interconnessioni e linee interne in direzione nord-sud ed est-ovest per completare l'infrastruttura per un mercato interno dell'energia efficiente in UE e per integrare l'elettricità da fonti di energia rinnovabile;
- *Piano di interconnessione del mercato dell'energia elettrica del Baltico*: interconnessioni tra gli Stati Membri UE nella regione baltica e rafforzamento dell'infrastruttura di rete interna, per realizzare la sincronizzazione del sistema elettrico degli Stati baltici con la rete continentale europea e per promuovere l'integrazione del mercato; ciò include l'obiettivo dell'integrazione dell'elettricità da fonti rinnovabili nella regione.

Le infrastrutture previste in UE a livello di rete *offshore* sono sviluppate per trasportare l'elettricità (e anche idrogeno, ove appropriato) da fonti di energia *offshore* rinnovabile ai centri di consumo e stoccaggio e per aumentare gli scambi elettrici transfrontalieri; queste sono organizzate e aggregate per le regioni lungo i 5 seguenti corridoi.

- *Rete offshore del Mare del Nord*: sviluppo integrato della rete elettrica *offshore* e relativi sistemi di interconnessione nel Mare del Nord, nel Mare d'Irlanda, nella Manica, nel Mar Baltico e nelle acque limitrofe.
- *Rete offshore del Mar Baltico*: sviluppo integrato delle reti *offshore* di elettricità e idrogeno, ove appropriato, e relativi sistemi di interconnessione nel Mar Baltico e nelle acque limitrofe.
- *Rete offshore dell'Europa sud-occidentale*: sviluppo integrato delle reti *offshore* di elettricità e idrogeno, ove appropriato, e relativi sistemi di interconnessione nel Mar Mediterraneo, incluso golfo di Cadice, e nelle acque limitrofe.

- ❑ **Rete offshore dell'Europa sud-orientale:** sviluppo integrato delle reti offshore di elettricità e idrogeno, ove appropriato, e relativi sistemi di interconnessione nel Mar Mediterraneo, nel Mar Nero, e nelle acque limitrofe.
- ❑ **Rete offshore dell'Atlantico:** sviluppo integrato delle reti offshore di elettricità e relativi sistemi di interconnessione nelle acque dell'Oceano Atlantico settentrionale.

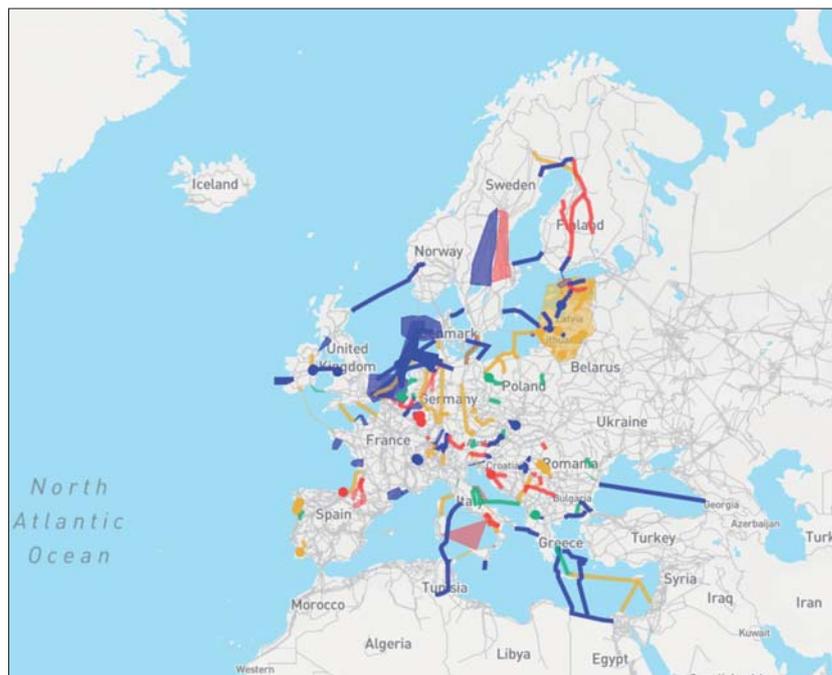
## Progetti HVDC

I progetti di infrastrutture elettriche in UE rientrano nei piani di sviluppo a livello europeo contenuti nel *Ten-Year Network Development Plan - TYNDP* di ENTSO-E (*European Network of Transmission System Operators for Electricity*) con orizzonte 2030 (e oltre). La figura 3 fornisce evidenza dei progetti di rete di trasmissione previsti dal TYNDP 2022 [10]. Svariati progetti in figura 3 sono basati su corridoi HVDC, utilizzati per l'integrazione di grandi quantità di elettricità da fonte eolica offshore e per molteplici interconnessioni a livello sottomarino e terrestre in più regioni europee.

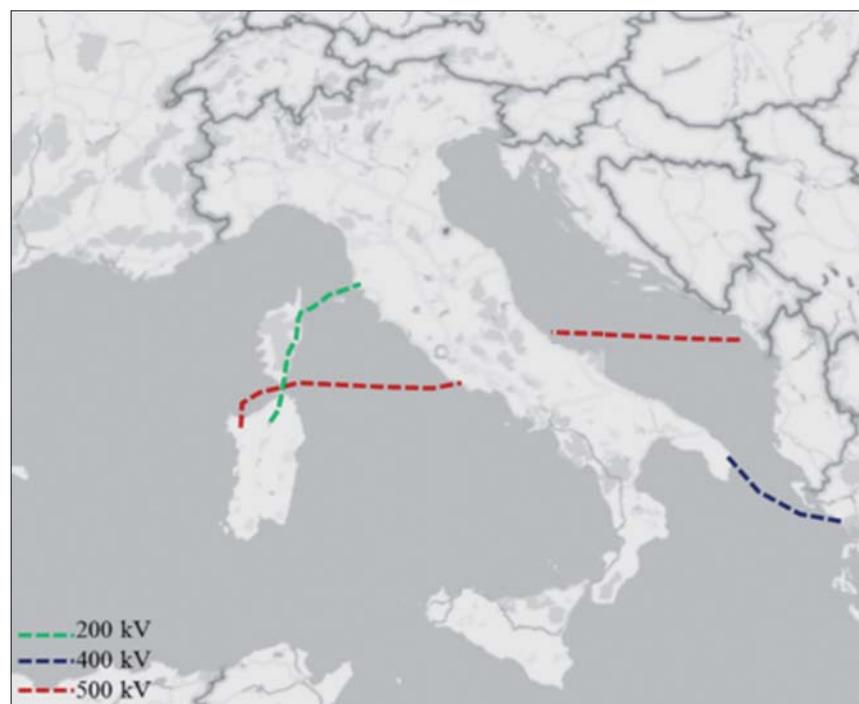
A livello italiano, la figura 4 mostra i

collegamenti HVDC installati a oggi (2022) in Italia, tutti realizzati con tecnologia HVDC classica di tipo LCC (*Line Commutated Converter*). La rete elettrica italiana comprende attualmente circa 1.590 km di linee in corrente continua, per lo più cavi sottomarini. La capacità totale installata è di 2,4 GW<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> La capacità di trasporto dei progetti HVDC in esercizio in Italia ammonta a 300 MW per il SACOI 2 (collegamento triterminale tra Sardegna, Corsica e Italia Continentale), 500 MW per il GRITA (tra Grecia e Italia), 1.000 MW per il SAPEI (tra Sardegna e Penisola Italiana), 600 MW per il MONITA 1 (tra Montenegro e Italia).

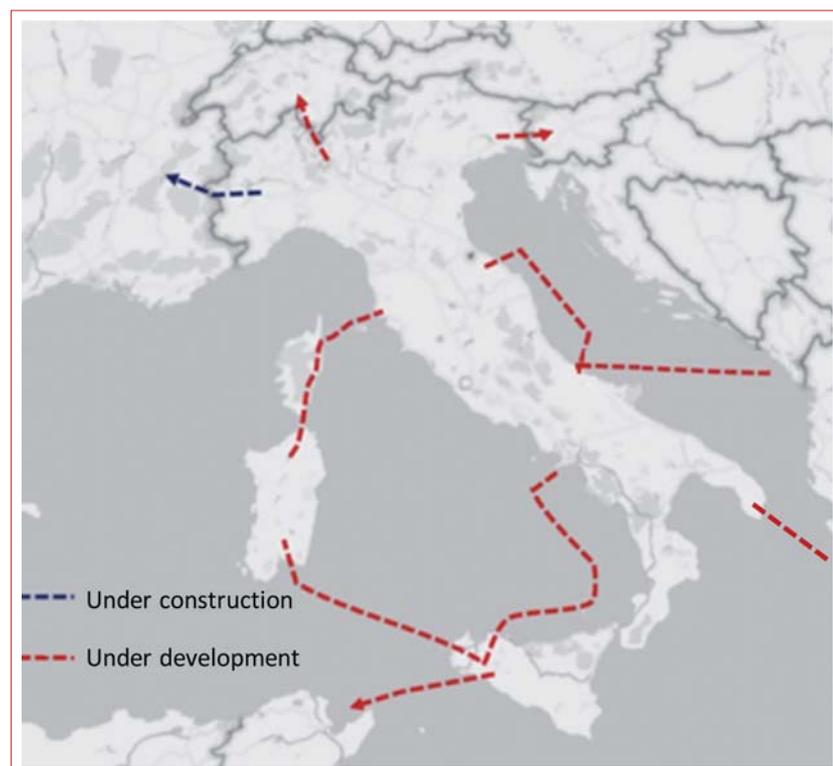


**Figura 3**  
Mappa dei progetti di TYNDP 2022 di ENTSO-E [10]



**Figura 4**  
I collegamenti HVDC presenti in Italia (2022) [12, 16]

La figura 5 mostra i principali progetti HVDC (in corso, futuri e potenziali) previsti nel Piano di Sviluppo (PdS) di Terna [12] e nel TYNDP di ENTSO-E [10]. È interessante notare come i nuovi collegamenti HVDC siano in gran parte concentrati nelle zone delle isole maggiori (Sardegna, Sicilia) e del centro-sud e sud del Paese. Circa la Sardegna, il SACOI 3 (rifacimento dell'attuale SACOI 2, con incremento di potenza da 300 MW a 400 MW) non è l'unico collegamento in corrente continua previsto in Sardegna nel PdS: infatti, l'ambizioso collegamento del *Tyrrhenian Link*, di tipo doppio bi-terminale, è in corso di sviluppo, da realizzare entro il 2030 tra il continente italiano (Campania), la Sicilia e la Sardegna.



**Figura 5**  
I futuri e potenziali collegamenti HVDC in Italia [12, 16]

Oltre all'integrazione delle fonti rinnovabili e al miglioramento della flessibilità del sistema, l'uso della tecnologia HVDC consente anche di aumentare la capacità di scambio tra zone congestionate e con i Paesi esteri, al fine anche di garantire l'integrazione dei mercati europei e la transizione energetica.

Si evidenziano alcuni progetti in figura 5: tra quelli tra zone italiane rientra il progetto dell'*Adriatic Link* che mira ad aumentare la capacità di trasporto tra le zone di mercato Centro-Nord e Centro-Sud.

Inoltre, in figura 5, tra i progetti previsti sulla frontiera settentrionale, vi sono le nuove future e potenziali interconnessioni con Francia, Svizzera e Slovenia. Attualmente è in costruzione il collegamento HVDC (lungo 190 km) tra Italia e Francia attraverso la galleria del Frejus: questo è costituito da due collegamenti bidirezionali indipendenti, ciascuno da 600 MW di potenza massima per un totale di 1.200 MW, e sarà il primo realizzato in Italia con la moderna tecnologia VSC (*Voltage Source Converter*).

A livello di ricerca e dimostrazione tecnologica su HVDC e su applicazioni di convertitori, alcuni progetti europei, co-finanziati dalla Commissione Europea, hanno visto negli ultimi anni la partecipazione di partner italiani, come BEST PATHS [13],

# AEIT

*Promuove il vostro business*

AEIT, rivista ufficiale dell'Associazione, pubblica articoli di alta divulgazione tecnico-scientifica nei settori di competenza: elettrotecnica, elettronica, automazione, informatica e telecomunicazioni.



PROMOTION [14], OSMOSE [15] (pregressi) e HVDC-WISE, InterOpera (in avviamento).

A livello di ricerca italiana su HVDC, si segnalano in particolare le collaborazioni tra Terna e Università di Palermo, Università di Cagliari e Università di Salerno con i *Tyrrhenian Labs*, correlati allo sviluppo del citato *Tyrrhenian Link*, e le collaborazioni di RSE con Università di Padova e con Università di Palermo nell'ambito della Ricerca di Sistema.

Infine, si evidenzia che, per aumentare le sinergie tra partner italiani sui temi legati alla ricerca e innovazione su HVDC e opportunamente riportare le istanze italiane nell'IWG del SET Plan europeo su HVDC e DC, si è creato un gruppo italiano (*Mirror Group*), coordinato dai referenti italiani nell'IWG europeo, che attualmente include rappresentanti di: RSE, Università di Palermo, MITE, MUR, Terna, Prysmian, Università di Bologna, Università di Padova, CESI, CNR, ENEA, Utilitalia, ST.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] COM(2019) 640 final, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social Committee and the Committee of the Regions, *The European Green Deal*, 11 dicembre 2019.
- [2] COM(2021) 550 final, Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the European economic and social Committee and the Committee of the Regions, *'Fit for 55': delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality*, 14 luglio 2021.
- [3] COM(2022) 230 final, Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the European economic and social Committee and the Committee of the Regions, *REPowerEU Plan*, 18 maggio 2022.
- [4] Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast), *Official Journal of the European Union*, L 328, pp. 82-209, 21 dicembre 2018.
- [5] COM(2021) 557 final, Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council, Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council and Directive 98/70/EC of the European Parliament and of the Council as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652, 14 luglio 2021.
- [6] COM(2020) 741 final, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social Committee and the Committee of the Regions, *An EU Strategy to harness the potential of offshore renewable energy for a climate neutral future*, 19 novembre 2020.
- [7] European Commission: *SET Plan* - [https://setis.ec.europa.eu/index\\_en](https://setis.ec.europa.eu/index_en)
- [8] SET Plan IWG on HVDC and DC: *Implementation Plan on High Voltage Direct Current (HVDC) & DC Technologies*, ottobre 2021 - [https://setis.ec.europa.eu/implementing-actions/high-voltage-direct-current-hvdc-direct-current-dc-technologies\\_en](https://setis.ec.europa.eu/implementing-actions/high-voltage-direct-current-hvdc-direct-current-dc-technologies_en)
- [9] Regulation (EU) 2022/869 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2022 on guidelines for trans-European energy infrastructure, amending Regulations (EC) No 715/2009, (EU) 2019/942 and (EU) 2019/943 and Directives 2009/73/EC and (EU) 2019/944, and repealing Regulation (EU) No 347/2013, *Official Journal of the European Union*, L 152, pp. 45-102, 3 giugno 2022.
- [10] ENTSO-E: *Ten-Year Network Development Plan (TYNDP) 2022, 2022* - <https://tyndp.entsoe.eu>
- [11] S. Coffey, V. Timmers, R. Li, G. Wu, A. Egea-Álvarez: *Review of MVDC Applications, Technologies, and Future Prospects*, vol. 14, 8294, MDPI Energies, 2021.
- [12] Terna: *Piano di Sviluppo (PdS) 2021, 2021* - [www.terna.it/it/sistema-elettrico/rete/piano-sviluppo-rete](http://www.terna.it/it/sistema-elettrico/rete/piano-sviluppo-rete)
- [13] EU FP7 BEST PATHS project: [www.bestpaths-project.eu](http://www.bestpaths-project.eu)
- [14] EU H2020 PROMOTION project: [www.promotion-offshore.net](http://www.promotion-offshore.net)
- [15] EU H2020 OSMOSE project: [www.osmose-h2020.eu](http://www.osmose-h2020.eu)
- [16] C. Giordano, F. Scavo, E.G. Luciano, B. Aluisio, C. Vergine, M. Pompili, S. Lauria, L. Calcara, A. L'Abbate: *La tecnologia HVDC nella pianificazione del sistema elettrico Pan-Europeo*, *L'Energia Elettrica*, vol. 96, n. 3, 2019, pp. 5-14.



# 1 + 1 = 3

Ogni 2 pagine pubblicitarie a pagamento la 3ª è gratuita!

Tariffe pubblicitarie			
Iª di copertina	3.000 €	IIª di copertina	1.750 €
IIIª di copertina	1.500 €	IVª di copertina	2.500 €
Iª Romana	2.500 €	Interna A4	1.200 €

AEIT  
Ufficio Centrale  
Via Mauro Macchi 32  
20124 Milano  
Tel. 02 87389967  
Fax 02 66989023  
[chiusi@aeit.it](mailto:chiusi@aeit.it)  
[www.aeit.it](http://www.aeit.it)