



INTESA SANPAOLO
INNOVATION CENTER

INDUSTRY TRENDS REPORT **ENERGY, ENVIRONMENT AND UTILITIES**

*HYDROGEN AND THE FUTURE OF
RENEWABLES*





La maggior parte dei dati e delle considerazioni espresse nella presente pubblicazione è stata sviluppata e fornita da Frost & Sullivan. Si basa su informazioni proprietarie e riconducibili a diverse fonti societarie, istituzionali e accademiche citate nel testo.

Tutti i diritti riservati. È vietato procedere, con qualsiasi mezzo e a qualsiasi titolo, in misura parziale o totale, alla riproduzione, l'uso, la distribuzione, la pubblicazione, la trasmissione, la modifica e la vendita del presente documento o di sue parti.

CONTENTS

EXECUTIVE SUMMARY

4

IDROGENO

6

ENERGIE RINNOVABILI

30

INTERNET OF ENERGY

40

RISORSE ENERGETICHE DISTRIBUITE

42

SMART UTILITY

52

STOCCAGGIO E MOBILITÀ

64

VEICOLI A GUIDA AUTONOMA

74

FOTOSINTESI ARTIFICIALE

84

PRINCIPALI ABBREVIAZIONI

95

EXECUTIVE SUMMARY

Frost & Sullivan prevede che nel prossimo decennio la capacità totale installata di generazione di energia a livello globale raggiungerà i 10.532 GW, in confronto ai 7.180 GW del 2020. Negli anni venti del terzo millennio gli investimenti proseguiranno con un trend che si è affermato nella prima decade. Il progressivo distacco dalle fonti energetiche ad alta intensità di carbonio acquisirà ulteriore slancio man mano che le alternative ecocompatibili diverranno sempre più competitive in termini di costi e i miglioramenti nelle soluzioni inerenti trasmissione e distribuzione, rete elettrica digitale e stoccaggio di energia ridurranno al minimo il taglio forzato della potenza disponibile (*curtailment*).

L'interesse per **l'idrogeno**, in particolare, è esploso in anni recenti, quando molti governi l'hanno riconosciuto come la miglior alternativa a lungo termine ai combustibili fossili per le basse o nulle emissioni di CO₂.

Nel complesso, la produzione globale raggiungerà, secondo le previsioni, i 168 milioni di tonnellate entro il 2030, per creare un'industria globale del valore di 400 miliardi di dollari in termini di fatturato. La crescita sarà trainata dalle preoccupazioni per il cambiamento climatico e dall'emergere dell'idrogeno come mezzo di stoccaggio commercialmente valido per le celle a combustibile. Le nuove tecnologie di produzione, separazione, stoccaggio e trasporto daranno il via a una vera e propria rivoluzione dell'idrogeno.

Il nuovo interesse per **le energie rinnovabili** deriva non solo dal loro potenziale di supporto del mercato dell'idrogeno, ma anche dagli sviluppi sul fronte dell'offerta. Al momento il costo della produzione di idrogeno dall'energia eolica off- e on-shore è inferiore a quello sostenuto con la maggior parte delle fonti di energia rinnovabile, ma il settore dell'**energia solare** sta passando dalla prima alla terza generazione di soluzioni tecnologiche. In tale ambito, le perovskiti, ad esempio, offrono il potenziale a lungo termine per la sostituzione del silicio come materiale per la produzione di celle fotovoltaiche efficienti e a basso costo.

Frost & Sullivan prevede che gli investimenti nelle energie rinnovabili saranno supportati anche da nuovi modelli di business e, nel prossimo decennio, dall'emergere di una rete interconnessa di nuovi sistemi e soluzioni, denominata nel suo complesso **Internet of Energy**.

A breve termine, **le risorse energetiche distribuite (DER: Distributed Energy Resources)** assumeranno progressivamente un ruolo cruciale nel mix energetico globale e saranno di supporto alle iniziative per la decarbonizzazione. La crescita del mercato sarà attivata dall'aggregazione delle DER, dalla blockchain e dai modelli as-a-service.



Il successo delle DER è legato alla presenza di una rete smart, la cui realizzazione è resa a sua volta possibile dalla progressiva evoluzione e diffusione dei **contatori intelligenti**. Il roll-out fa affidamento su una legislazione statale di supporto, mentre nei mercati maturi di Europa e Stati Uniti emerge la domanda di soluzioni di seconda generazione. I contatori intelligenti rappresentano anche uno dei quattro componenti principali delle **centrali elettriche virtuali**, che consentono di dispacciare energia elettrica nei momenti di picco della domanda e offrono vantaggi agli operatori, ai prosumer e ai policy-maker.

Stoccaggio e mobilità costituiscono il pezzo finale del puzzle dell'Internet of Energy, con tecnologie suddivise in due categorie: sistemi alternativi di accumulo energetico e sistemi a batteria. Dal punto di vista tecnologico, la chimica agli ioni di litio continua a dominare il segmento dei sistemi a batteria, ma la diffusione delle energie rinnovabili e dei veicoli elettrici acuisce la necessità di soluzioni di accumulo a batteria più efficienti ed economiche. Le tecnologie al sodio stanno guadagnando terreno e a lungo termine le soluzioni a base di nichel-zinco e zinco-aria troveranno applicazione nell'accumulo in rete e nel trasporto.

L'innovazione ha luogo anche in altri settori dell'industria energetica.

I **veicoli senza pilota**, già adottati con successo in diversi settori industriali, trovano sempre più spesso applicazione anche nel settore energetico. In particolare, si prevede che la domanda di droni crescerà di dieci volte tra il 2019 e il 2030, spinta da migliori capacità analitiche, maggiore autonomia e maggior chiarezza normativa, consentendo agli UAV di sostituire le soluzioni convenzionali di ispezione e manutenzione per le infrastrutture di trasmissione e distribuzione. Analogamente, i veicoli terrestri senza pilota stanno facendo breccia nel settore O&G, supportando le attività di campionamento, perforazione e sorveglianza.

Guardando al futuro, la **fotosintesi artificiale (AP)**, un'alternativa sintetica al processo naturale, è potenzialmente in grado di creare una gamma di sostanze chimiche e combustibili a valore aggiunto. La co-elettrolisi e la foto-elettrocatalisi sono le tecnologie AP più consolidate; la seconda utilizza le celle foto-elettrochimiche per generare idrogeno.

Il presente documento esamina in modo approfondito ciascun settore, con particolare attenzione al modo in cui la tecnologia rende possibile generazione, trasmissione e distribuzione di energia maggiormente sostenibile. Più in generale, fornisce una guida inerente l'impatto dell'innovazione su **mercati energetici** selezionati.



IDROGENO

Hydrogen H_2
zero emission

L'interesse per l'idrogeno è esploso in anni recenti, quando molti governi l'hanno riconosciuto come la miglior alternativa ai combustibili fossili per le basse o nulle emissioni di CO₂.

L'idrogeno può contribuire a ridurre le emissioni di anidride carbonica e, a sua volta, far fronte al cambiamento climatico mediante:

- la decarbonizzazione delle aree economiche ad alta intensità di CO₂ come i settori manifatturiero e dei trasporti
- la maggior integrazione delle fonti di energia rinnovabile (RES: Renewable Energy Sources) nel mix energetico
- l'incremento di resilienza e affidabilità della rete elettrica tramite la sua trasformazione in un sistema di accumulo di energia green (ESS: Energy Storage System)

Benché le speranze suscitate dall'idrogeno come leva fondamentale nella transizione verso l'approvvigionamento di energia più sostenibile siano enormi, la sua applicazione corrente è principalmente nel settore industriale. Molti dei progetti in aree come la produzione e il trasporto di energia sono ancora nella fase pilota: per incrementarne l'adozione è necessario fare un salto di qualità in termini tecnologici e di costi.

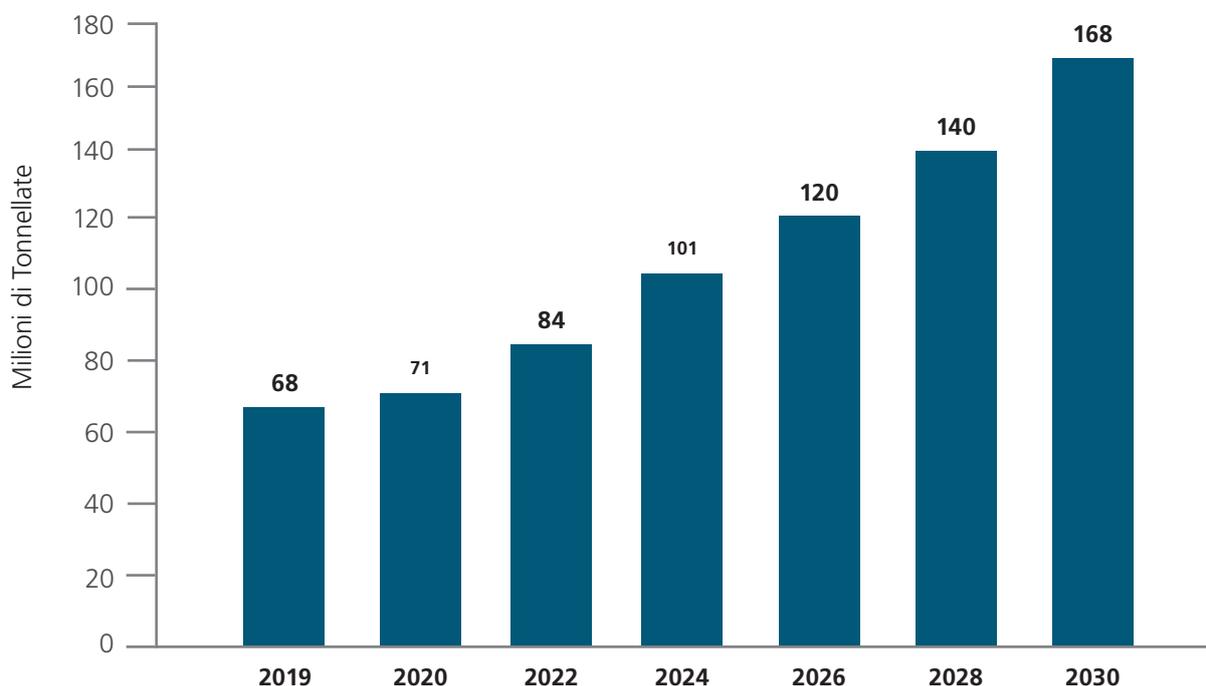
Per rendere l'economia dell'idrogeno una realtà occorrono interventi e azioni decisive dei governi in quattro ambiti principali:

- Supportare le attività di R&D inerenti la produzione, l'accumulo, il trasporto e l'utilizzo dell'idrogeno
- Fornire incentivi alle aziende che sviluppano tecnologie dell'idrogeno e le infrastrutture CCS (Carbon Capture and Storage) associate
- Affrontare le barriere socio-economiche che attualmente inibiscono lo sviluppo di tecnologie per l'idrogeno
- Imporre politiche che favoriscano la decarbonizzazione

La strada da percorrere è ancora lunga, ma per guidare la transizione in atto è necessario che si delinei una roadmap olistica globale che coinvolga i settori pubblico e privato.

Nel complesso, è prevista una crescita della produzione globale dai 68 milioni di tonnellate del 2019 a 168 milioni di tonnellate entro il 2030, per creare un settore del valore di oltre 400 miliardi di dollari in termini di fatturato.

IDROGENO, PRODUZIONE PREVISTA A LIVELLO GLOBALE, 2019–2030



La crescita sarà trainata dalle preoccupazioni per il cambiamento climatico e dall'emergere dell'idrogeno come mezzo di stoccaggio commercialmente valido per le celle a combustibile (FC: Fuel Cell).

Crescenti preoccupazioni per le emissioni di CO₂

Il cambiamento climatico globale è la ragione principale che spinge a considerare l'idrogeno come il carburante del futuro: è visto sempre di più come l'asse portante nei piani internazionali per la transizione verso la produzione di energia più pulita, dato che per limitare il riscaldamento globale a 1,5 gradi Celsius sarà necessario ridurre le emissioni di CO₂ del 25% entro il 2030. Per rendere tali ambizioni una realtà l'idrogeno giocherà un ruolo fondamentale, come ora universalmente riconosciuto.

Domanda in crescita per la tecnologia delle celle a combustibile

L'accelerazione della crescita nel mercato dei veicoli elettrici alimentati a batteria (EV) aumenterà la pressione sulle reti elettriche. Le FC a idrogeno offrono un'alternativa promettente alle soluzioni esistenti perché non richiedono lunghi cicli di ricarica. La domanda di veicoli elettrici alimentati con FC a idrogeno è in ascesa, e al momento si focalizza in particolare sui carrelli elevatori e su altri veicoli di dimensioni ridotte off-highway.

Le FC a idrogeno hanno un rapporto fra energia e peso dieci volte maggiore rispetto alle batterie agli ioni di litio (Li-ion), tuttavia la loro adozione è stata limitata in gran parte a causa degli alti costi di produzione. I produttori stanno facendo progressi nella riduzione dei costi dei componenti chiave per rendere le FC competitive dal punto di vista commerciale e delle prestazioni.

Ciononostante, gli elevati costi del capitale, il contesto normativo, una scarsa consapevolezza e le costanti preoccupazioni per la sicurezza continuano a limitare l'utilizzo dell'idrogeno.

Costi del capitale

I costi di produzione, stoccaggio e trasporto dell'idrogeno sono elevati, se paragonati ai costi delle batterie agli ioni di litio e dei combustibili fossili. Per rendere l'idrogeno una fonte di energia veramente praticabile, questa differenza deve ridursi e alla fine annullarsi.

L'assenza di infrastrutture aggrava la situazione. Le batterie agli ioni di litio godono di un vantaggio significativo rispetto alle FC, poiché la rete elettrica esistente funge da rete prontamente disponibile per caricarle e gestirle. Al contrario, a livello globale si possono contare attualmente pochi impianti di produzione di idrogeno su vasta scala.

Contesto normativo

Non si è in realtà ancora provveduto a stabilire una cornice legislativa per l'idrogeno. In anni recenti, molti paesi, come Stati Uniti, Canada, Germania, Paesi Bassi, Regno Unito, Francia e Giappone (mediante la sua "Roadmap strategica per l'idrogeno e le celle a combustibile"), hanno avviato progetti pilota per esplorare le potenzialità dell'idrogeno come vettore energetico a emissioni zero. Risulta tuttavia necessario creare un contesto normativo omogeneo, idealmente a livello internazionale, per supportare l'utilizzo dell'idrogeno nei diversi segmenti.



Consapevolezza dell'utente finale

La transizione all'economia dell'idrogeno è al momento ostacolata dalla scarsa consapevolezza degli utenti finali riguardo all'idrogeno e al suo riconoscimento come fonte di energia pulita. I clienti commerciali e privati sono preoccupati per i livelli d'investimento richiesti dall'idrogeno, nonché per i problemi di sicurezza ad esso associati.

Preoccupazioni per la sicurezza

Le preoccupazioni per la sicurezza rappresentano la sfida principale all'adozione dell'idrogeno in particolare nel settore dei trasporti e in quello energetico. La temperatura di autoignizione dell'idrogeno è relativamente bassa, il che significa che può incorrere in rischi di combustione. La tecnologia abilitante ha tuttavia raggiunto un grado di sviluppo tale da rendere l'idrogeno più stabile della benzina che si utilizza nelle automobili, quindi la sua percezione come una fonte di carburante pericolosa sta lentamente iniziando a cambiare.

La rinuncia all'uso dell'idrogeno "marrone" e "grigio", derivanti dai combustibili fossili che emettono CO₂, è forse la sfida più grande che deve affrontare l'industria

Sebbene sia, di per sé, energia pulita, quasi tutto l'idrogeno utilizzato al momento è prodotto da combustibili fossili che rilasciano CO₂ nell'atmosfera.

In base al metodo di produzione oltre il 99% dell'idrogeno appartiene all'una o all'altra delle seguenti categorie:

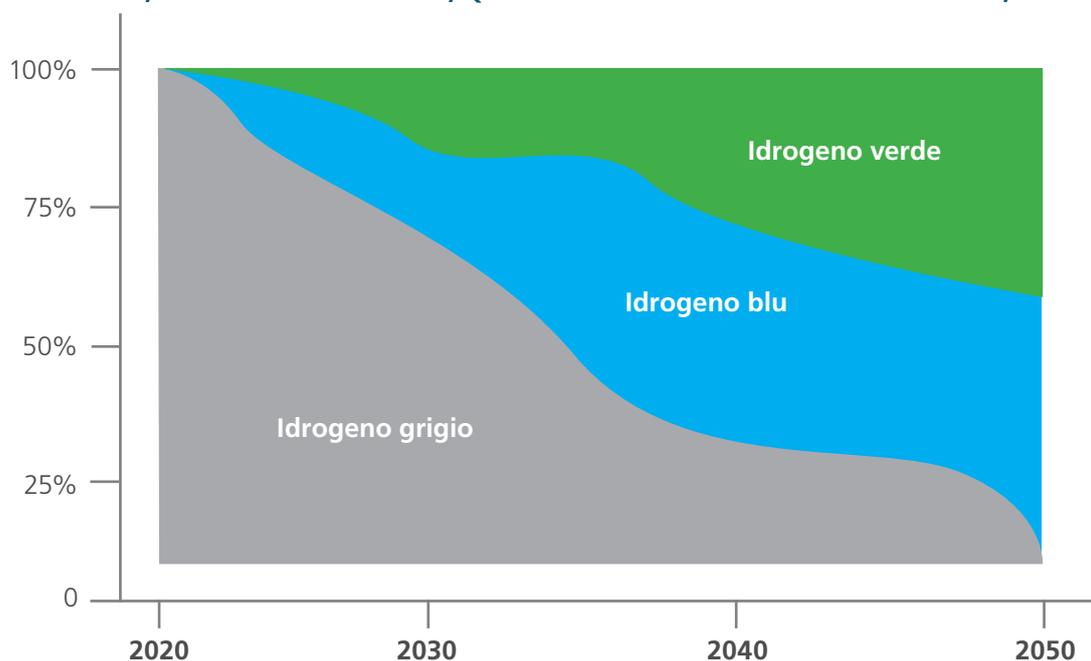
- **L'idrogeno "marrone"**, ricavato dal carbone mediante un processo di gassificazione, che rilascia ingenti quantità, fino al 60%, di anidride carbonica e monossido di carbonio, richiedendo per di più notevoli livelli di consumo energetico.
- **Idrogeno "grigio"**, che è prodotto a partire dal gas naturale e dalle biomasse, consumando meno energia di quella richiesta dall'idrogeno marrone, ma con un rilascio ancora relativamente elevato (fino al 55%) di monossido di carbonio e anidride carbonica.

L'idrogeno grigio può essere usato a breve termine per far fronte alla domanda crescente; a lungo termine, tuttavia, tale metodo risulterà insostenibile e richiederà misure alternative.

A medio termine, l'idrogeno "blu", ricavato dai combustibili fossili tramite il CCUS (Carbon Capture Utilisation & Storage: cattura, utilizzo e stoccaggio di CO₂), svolgerà un ruolo chiave nella transizione

- **L'idrogeno "blu"** è prodotto a partire dai combustibili fossili e dalle biomasse. Il processo è simile a quello utilizzato per l'idrogeno grigio, ma il diossido di carbonio emesso può essere catturato, stoccato e destinato ad altri usi industriali servendosi del sistema CCUS.
- Il processo è attualmente in fase preliminare

IDROGENO, PRODUZIONE PREVISTA, QUOTA PER TIPOLOGIA A LIVELLO GLOBALE, 2019–2050



The image features a hand holding a glowing lightbulb on the left side. The background is a dark green gradient with a network of white lines connecting various green icons. The icons include a house with leaves, a lightbulb with a leaf, solar panels, an electric car, a recycling symbol, a hand holding a globe, a smartphone with a leaf, and a trash bin with a recycling symbol. The text "PRINCIPALI ABBREVIAZIONI" is centered in white, bold, uppercase letters, flanked by two horizontal white lines.

PRINCIPALI ABBREVIAZIONI

AA	<i>Advanced Adiabatic (Adiabatico avanzato)</i>	Li-ion	<i>Lithium Ion (Ioni di Litio)</i>
AC	<i>Alternating Current (Corrente Alternata)</i>	ML	<i>Machine Learning</i>
AEM	<i>Anion Exchange Membrane (Membrana a scambio anionico)</i>	MLN	<i>Milioni</i>
AI	<i>Artificial Intelligence (Intelligenza artificiale)</i>	MM	<i>Millimetre (Millimetro)</i>
AMI	<i>Advanced Meter Infrastructure (Infrastruttura di misurazione avanzata)</i>	MW	<i>Megawatt</i>
AMR	<i>Automatic Meter Reading (Lettura automatica dei contatori)</i>	NDT	<i>Non-Destructive Testing (Controlli non distruttivi)</i>
AP	<i>Artificial Photosynthesis (Fotosintesi Artificiale)</i>	O&G	<i>Oil & Gas</i>
APAC	<i>Asia Pacific (Asia Pacifico)</i>	O&M	<i>Operations & Maintenance (Gestione e manutenzione)</i>
B	<i>Battery Energy Storage System (Sistema di accumulo di energia a batteria)</i>	DSO	<i>Distribution Service Operator (Operatore di servizi di distribuzione)</i>
BESS	<i>Beyond the Visual Line of Sight (Oltre la linea di vista)</i>	OPEX	<i>Operating Expense (Spese operative)</i>
BVLOS	<i>Commercial & Industrial (Commerciale & Industriale)</i>	P2G	<i>Power To Gas</i>
C&I	<i>Compressed Air Energy Storage (Accumulo di energia ad aria compressa)</i>	P2P	<i>Peer To Peer</i>
CAES	<i>Compound Average Growth Rate (Tasso annuo di crescita composto)</i>	P2X	<i>Power To X</i>
CAGR	<i>Cost Benefit Analysis (Analisi costi benefici)</i>	PEM	<i>Proton Exchange Membrane (Membrana a scambio protonico)</i>
CBA	<i>Carbon Capture and Storage (Cattura e stoccaggio del carbonio)</i>	PEM	<i>Polymer Electrolyte Membrane (Membrana elettrolitica polimerica)</i>
CCS	<i>Carbon Capture Utilisation and Storage (Cattura, utilizzo e stoccaggio del carbonio)</i>	PLC	<i>Powerline Communication (Comunicazione su powerline)</i>
CCUS	<i>Combined Heat and Power (Produzione combinata di calore ed elettricità)</i>	PPM	<i>Part Per Million (Parte per milione)</i>
CHP	<i>Commonwealth of Independent States</i>	PSA	<i>Pressure Swing Absorption (Assorbimento a pressione oscillante)</i>
CIS	<i>Carbon Dioxide (Anidride carbonica)</i>	PV	<i>Photo Voltaic (Fotovoltaico)</i>
CO2	<i>Concentrated Solar Power (Concentrazione solare)</i>	R&D	<i>Research & Development (Ricerca e Sviluppo)</i>
CSP	<i>Direct Current (Corrente Continua)</i>	RES	<i>Renewable Energy Source (Fonte di Energia Rinnovabile)</i>
DC	<i>Distributed Energy Resource (Risorse energetiche distribuite)</i>	RF	<i>Radio Frequency (Radiofrequenza)</i>
DER	<i>Distributed Generation (Generazione distribuita)</i>	SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition (Controllo di supervisione e acquisizione dati)</i>
DG	<i>Drone Service Provider (Fornitore di servizi con droni)</i>	SI	<i>Systems Integrator (Integratore di sistema)</i>
DSO	<i>Energy Service Company (Società di servizi energetici)</i>	OEM	<i>Original Equipment Manufacturer (Produttore di apparecchiature originali)</i>
DSP	<i>Energy Storage System (Sistema di accumulo di energia)</i>	SMR	<i>Small Modular Reactor (Piccolo reattore modulare)</i>
ESCO	<i>Electric Vehicle (Veicolo elettrico)</i>	SMR	<i>Steam Methane Reforming (Reforming del metano con vapore)</i>
ESS	<i>Food & Beverage</i>	SOEC	<i>Solid Oxide Electrolyzer Cell (Cella elettrolitica a ossidi solidi)</i>
EV	<i>Fuel Cell (Cella a combustibile)</i>	T	<i>Tonne (Tonnellata)</i>
F&B	<i>Fuel Cell Electric Vehicle (Veicolo Elettrico alimentato da celle a combustibile)</i>	T&D	<i>Transmission & Distribution (Trasmissione e Distribuzione)</i>
FC	<i>Feed-in Tariff (Tariffa onnicomprensiva)</i>	TES	<i>Thermal Energy Storage (Accumulo di energia termica)</i>
FCEV	<i>Gigawatt</i>	TRL	<i>Technology Readiness Level (Livello di maturità tecnologica)</i>
FiT	<i>Hydrogen Evolution Reaction (Reazione di evoluzione dell'idrogeno)</i>	TSO	<i>Transmission Service Operator (Operatore di servizi di trasmissione)</i>
GW	<i>Gigawatt</i>	UAV	<i>Unmanned Aerial Vehicle (Velivolo senza pilota)</i>
HER	<i>Hydrogen Evolution Reaction</i>	UGV	<i>Unmanned Ground Vehicle (Veicolo terrestre senza pilota)</i>
IoT	<i>Internet of Things (Internet delle cose)</i>	UK	<i>United Kingdom</i>
IPP	<i>Independent Power Producer (Produttore indipendente di energia elettrica)</i>	USA	<i>United States of America</i>
KG	<i>Kilogramme (Chilogrammo)</i>	VPP	<i>Virtual Power Plant (Centrale elettrica virtuale)</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator (Indicatore chiave di prestazione)</i>	WGS	<i>Water-Gas Shift (Spostamento del gas d'acqua)</i>
LIB	<i>Lithium Ion Battery (Batteria agli ioni di litio)</i>	XaaS	<i>As-a-Service</i>

INFORMAZIONI SU INTESA SANPAOLO INNOVATION CENTER:

Intesa Sanpaolo Innovation Center è la società del Gruppo Intesa Sanpaolo dedicata alla frontiera dell'innovazione: esplora e apprende nuovi modelli di business e ricerca e funge da stimolo e motore della nuova economia in Italia. La società investe in progetti di ricerca applicata e startup ad alto potenziale, per favorire la competitività del Gruppo e dei suoi clienti e accelerare lo sviluppo della circular economy in Italia.

Con sede nel grattacielo di Torino progettato da Renzo Piano e un network nazionale e internazionale di hub e laboratori, l'Innovation Center è un abilitatore di relazioni con gli altri stakeholder dell'ecosistema dell'innovazione – come imprese tech, startup, incubatori, centri di ricerca e università – e un promotore di nuove forme d'imprenditorialità nell'accesso ai capitali di rischio. Le attività principali su cui si concentra il lavoro di Intesa Sanpaolo Innovation Center sono la circular economy, lo sviluppo delle startup più promettenti, gli investimenti venture capital della management company Neva SGR e la ricerca applicata.

Per ulteriori informazioni sui prodotti e i servizi di Intesa Sanpaolo Innovation Center, contattare:
businessdevelopment@intesasnpaoloinnovationcenter.com

INFORMAZIONI SU FROST & SULLIVAN:

Negli ultimi 50 anni, Frost & Sullivan è diventata famosa in tutto il mondo per aver guidato gli investitori, gli imprenditori e i governi nell'oceano dei cambiamenti economici, alla scoperta di tecnologie rivoluzionarie, mega tendenze e nuovi modelli di business e per aver sostenuto concretamente le aziende, promuovendo costanti opportunità di crescita e di successo.

Per ulteriori informazioni sulla copertura e i servizi Frost & Sullivan, contattare

LIVIO VANINETTI

Direttore di Frost & Sullivan Italia
livio.vaninetti@frost.com

Pubblicato: Aprile 2021

