

## Technology Watch

Numero 2 - 2020



Aprile 2020

Technology Watch - Osservatorio della Tecnologia di Elettricità Futura - monitora i trend tecnologici a livello globale che hanno un impatto sul settore elettrico o di cui il settore è protagonista. Nella newsletter trimestrale troverai un nostro approfondimento su un tema di *emerging technology*, un contributo legato agli Associati EF e alcune news da tutto il mondo scelte da Elettricità Futura.

In questo numero della newsletter:

- **The Insight** – Solare fotovoltaico: storia e possibili sviluppi futuri
- **La parola agli Associati** – Rural Economy: supportare lo sviluppo delle rinnovabili in Marocco
- **News dal mondo della tecnologia**

## The Insight

### Solare fotovoltaico: storia e possibili sviluppi futuri

Autore:



#### Cenni storici

L'energia solare è nota da molto tempo: già dal settimo secolo prima di Cristo si conoscevano le proprietà delle lenti di ingrandimento di focalizzare i raggi del sole e accendere un fuoco. Tuttavia, si deve aspettare il 1900 per la definizione della base teorica relativa ai dispositivi fotovoltaici: tra gli eventi chiave vi è stata la pubblicazione della teoria dei fotoni di Einstein [1]. Nel 1954, la tecnologia fotovoltaica nasce ufficialmente negli Stati Uniti quando Daryl Chapin, Calvin Fuller e Gerald Pearson sviluppano, presso i Bell Labs, la prima cella fotovoltaica al silicio per applicazioni pratiche: ossia la prima cella solare in grado di convertire energia del sole sufficiente a far funzionare le apparecchiature elettriche di tutti i giorni. Le prime celle avevano un'efficienza del 4% e successivamente è stato raggiunto l'11% [2].



Figura 1 - Immagine legata allo sviluppo della prima cella fotovoltaica presso i Bell Labs nel 1954 [2]



Figura 2 - Immagine legata alla pubblicizzazione, nel 1956, delle prime celle fotovoltaiche prodotte dai Bell Labs [3]

Alla fine degli anni Cinquanta iniziarono le prime applicazioni in ambito spaziale, utilizzando le celle fotovoltaiche per alimentare sistemi a bordo di satelliti ed ancora oggi questa è tra i principali sistemi di alimentazione nello spazio. Lo sviluppo della tecnologia e la riduzione dei prezzi nel corso dei decenni successivi hanno consentito lo sviluppo del settore e nel 1999 è stata raggiunta una capacità complessiva mondiale di 1000 MW per la generazione di energia elettrica.

## Lo scenario attuale e gli sviluppi futuri del mercato

Ad oggi, il fotovoltaico è in forte ascesa e nel 2018 è stata la tecnologia che ha visto la maggiore capacità installata al mondo secondo i dati IEA, con circa 103,2 GW, oltre il doppio rispetto alla capacità a carbone (seconda con circa 50 GW [4]) ed eolica (terza con 49 GW [4]). La Cina è stato di gran lunga il mercato principale con il 42,8% [5].

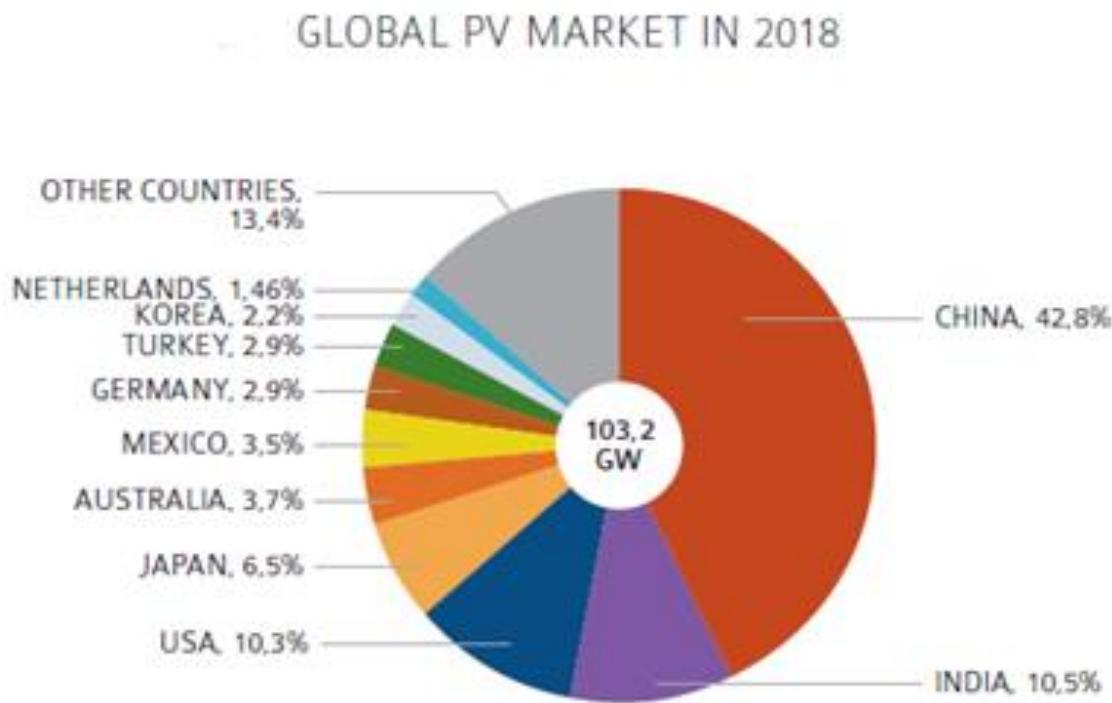


Figura 3 – Nuova capacità installata ed operativa nel 2018 per fonte [5]

A livello di capacità cumulata a fine 2018, i dati IEA forniscono un valore di 512,3 GW di cui l'Italia deteneva circa il 3,9% [5].

## CUMULATIVE PV CAPACITY END 2018

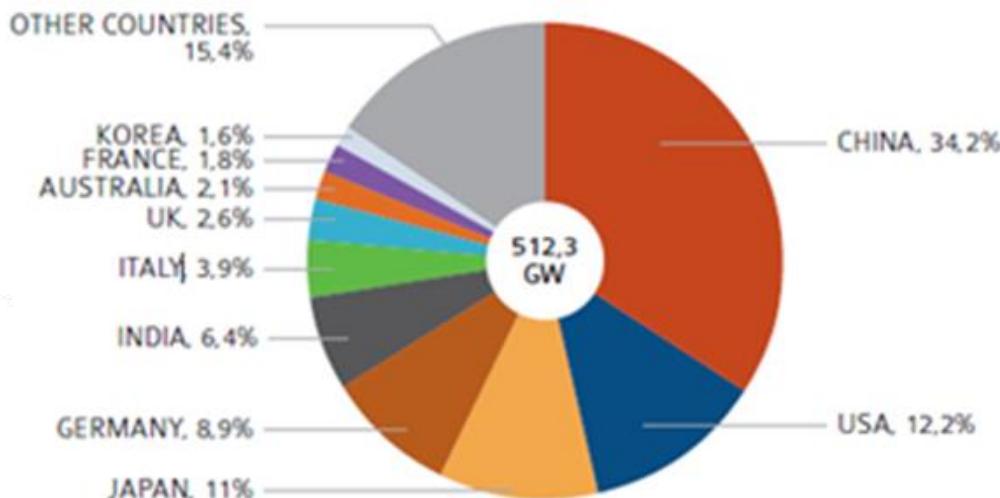
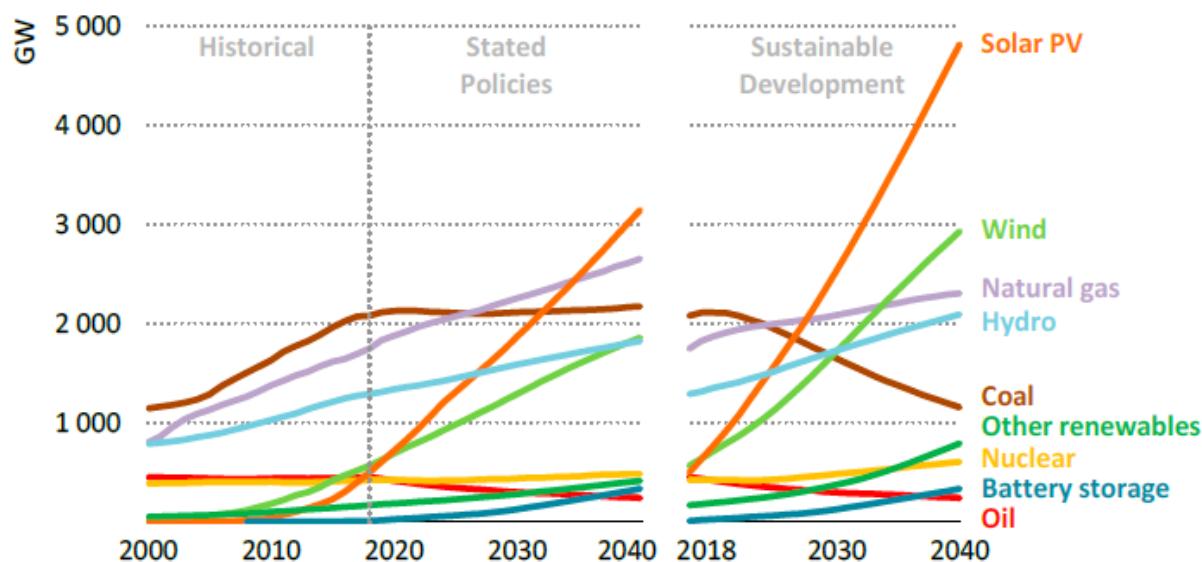


Figura 4 – Capacità cumulata installata nel 2018 per Paese [5]

Guardando al futuro, la IEA prevede per il fotovoltaico un ruolo di leadership globale, diventando la prima fonte per capacità installata entro il 2040 nello scenario “Stated Policies” oltrepassando 3000 GW. Secondo il “Sustainable Development Scenario” della IEA (un percorso di sviluppo compatibile con gli obiettivi dell'accordo di Parigi sul clima) si arriverebbe invece a quasi 5000 GW nel 2040 di solare fotovoltaico.



*Policy support and improving competitiveness of solar PV lead to rapid growth, and by 2040 its total capacity is higher than any other technology*

Figura 5 – Previsioni di crescita della capacità per la generazione elettrica e storage [6]

In Italia, la crescita significativa della capacità fotovoltaica (FV) installata per la generazione di energia elettrica è iniziata alla fine degli anni 2000 ed ha raggiunto un picco di installazione annuale di 9,5 GW tra il 2010 ed il 2011 (+266%). A fine 2019, la capacità complessiva è stata 20.900 MW secondo dati preliminari Terna, ma negli ultimi anni la crescita di nuova capacità installata è stata modesta con una media di circa 400 MW annui.

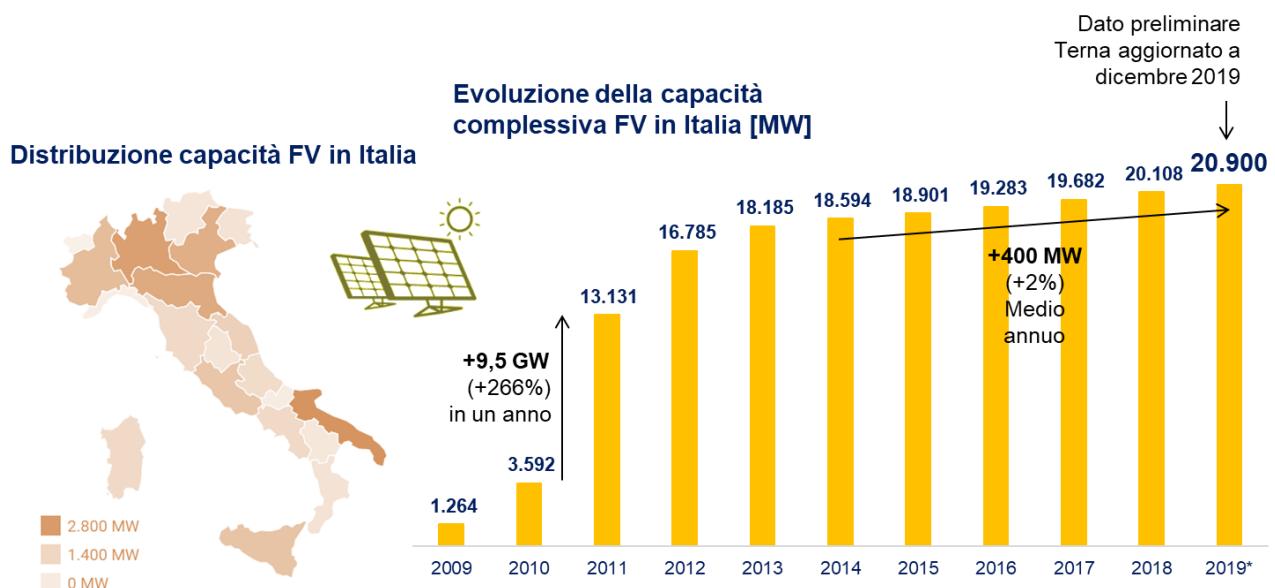


Figura 6 – Evoluzione e distribuzione della capacità fotovoltaica in Italia (elaborazioni EF su dati Terna e GSE)

Al 2018, il solare fotovoltaico ha rappresentato la prima fonte rinnovabile per capacità con il 37% della capacità installata totale (pari a 54,3 GW).

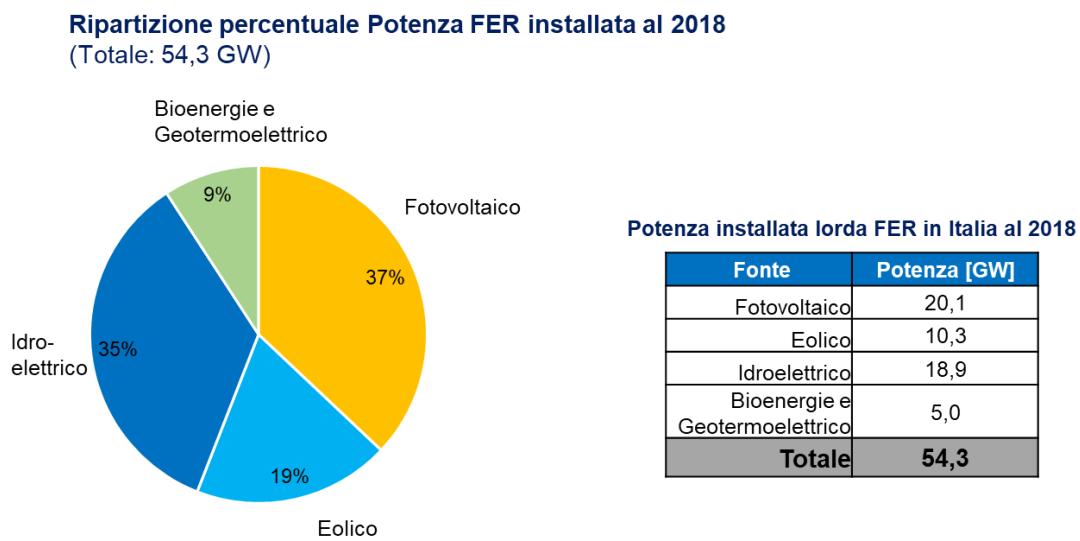


Figura 7 – Ripartizione della capacità rinnovabile in Italia al 2018 (elaborazioni EF su dati Terna)

In termini di produzione netta di energia elettrica, il solare fotovoltaico ha rappresentato l'8,6% con 24.326 GWh nel 2019.

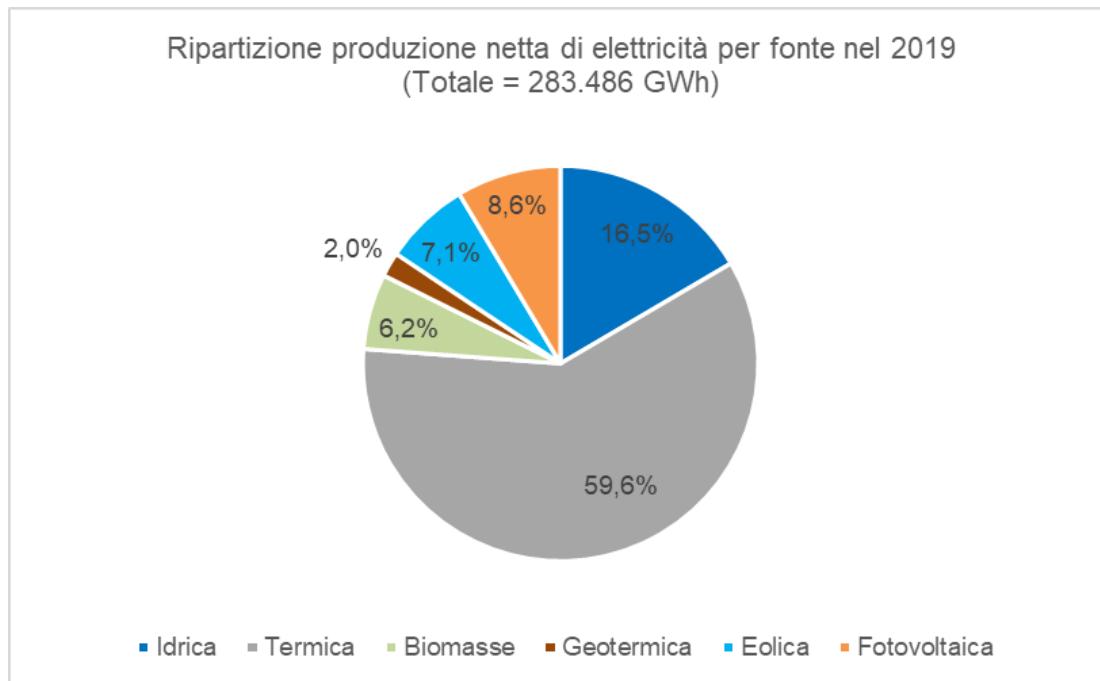


Figura 8 – Ripartizione della produzione di energia elettrica in Italia al 2019 (elaborazioni EF su dati preliminari Terna)

Guardando al 2030, il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC) prevede una crescita del solare fotovoltaico di oltre 2,6 volte rispetto al 2017 (+32,3 GW) e questo costituirebbe la gran parte della capacità rinnovabile aggiuntiva prevista al 2030 (per un totale di +42 GW). Tali obiettivi saranno verosimilmente rivisti al rialzo alla luce degli obiettivi del Green Deal europeo.

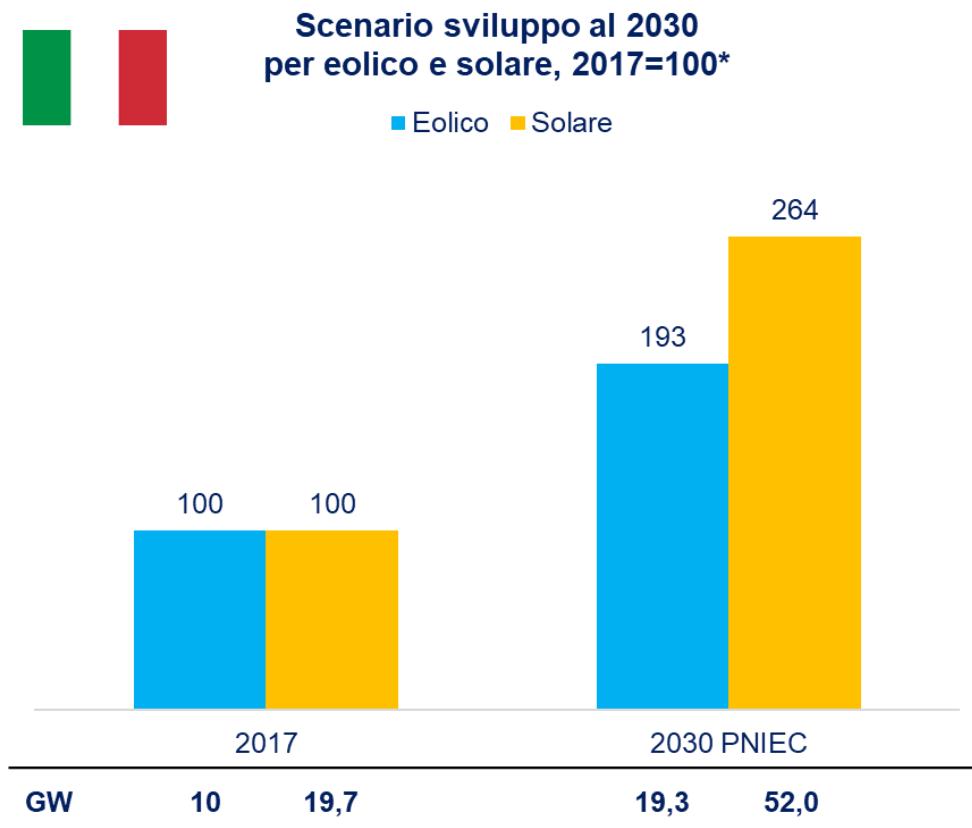


Figura 9 – Previsioni di crescita della capacità del solare fotovoltaico e confronto con la fonte eolica 2030 vs 2017  
(elaborazioni EF su dati PNIEC [6])

## Outlook tecnologico per il solare fotovoltaico

Il solare fotovoltaico avrà un ruolo di primaria importanza nel settore elettrico del futuro e l'innovazione tecnologica avrà un impatto significativo a tutti i livelli, partendo dal miglioramento delle performance dei pannelli fotovoltaici con materiali e tecniche produttive innovative per arrivare alla manutenzione, gestione e dismissione degli impianti utilizzando anche strumenti basati sulla digitalizzazione. Vi saranno inoltre utilizzi alternativi per i pannelli fotovoltaici, come la “solar mobility” sia di veicoli terrestri che velivoli. Questo paragrafo non si pone l'obiettivo di trattare in maniera esaustiva i trend di innovazione tecnologica nel settore fotovoltaico, ma qui ci si limita a descrivere alcuni esempi:

- Materiali innovativi per moduli fotovoltaici
- Digitalizzazione
- Solar mobility

I **moduli fotovoltaici** in silicio (Si) rappresentano attualmente il 95% del mercato e continueranno probabilmente ad avere la porzione predominante del mercato nei prossimi anni secondo DNV GL [6]. Tuttavia, si sono affacciate (o si stanno affacciando) sul mercato tecnologie alternative. Nel tempo, hanno raggiunto maturità commerciale diverse tecnologie a film sottile come quelle al Tellurio di Cadmio (CdTe) e Rame-Indio-

Gallio-Selenio (CIGS), ma queste rappresentano al momento solo il 5% del mercato, malgrado i loro vantaggi in termini di rapidità di produzione e costi relativamente contenuti, oltre al fatto che tipicamente possono essere adattati più facilmente a supporti flessibili plastici o metallici. Altro esempio di tecnologia alternativa è il Concentrated Photovoltaics (CPV) o Concentrated Solar Power (CSP), che ha un target di sviluppo in Italia al 2030 pari a 880 MW complessivi secondo il PNIEC [6]. Ulteriore esempio di tecnologia è rappresentato dalle celle solari multi-giunzione (MJ), spesso utilizzate assieme al CPV/CSP. Diversamente dalle celle solari convenzionali a singola giunzione, che sono costituite da uno strato di un singolo tipo di materiale fotovoltaico, le celle solari MJ comportano l'uso di diversi materiali impilati in più livelli o "giunzioni" per raggiungere valori di efficienza di conversione significativamente più elevati rispetto alle celle a singola giunzione, pur tuttavia con costi più elevati [8].

Tra i materiali di recente scoperta che potranno avere un impatto significativo per lo sviluppo delle celle fotovoltaiche vi è il grafene. Questo è costituito da uno strato monoatomico di atomi di carbonio (avente cioè uno spessore equivalente alle dimensioni di un solo atomo). Ha la resistenza teorica del diamante e la flessibilità della plastica ed è stato definito il "materiale delle meraviglie" (wonder material) per le sue possibili applicazioni future. Nel 2017, il Massachusetts Institute of Technology (MIT) ha sviluppato una cella fotovoltaica trasparente che combina materiali organici a basso costo con elettrodi di grafene. Questo sviluppo tecnologico è stato reso possibile da un nuovo metodo per depositare uno strato di grafene spesso un atomo sulla cella solare, senza danneggiare i materiali organici sensibili vicini. Fino ad allora, gli sviluppatori di celle solari trasparenti si erano generalmente affidati a elettrodi costosi e fragili che tendevano a rompersi quando il dispositivo veniva flesso. La possibilità di usare il grafene ha reso possibili prototipi di celle solari completamente flessibili, a basso costo e trasparenti che potrebbero trasformare praticamente qualsiasi superficie in una fonte di energia elettrica [9].

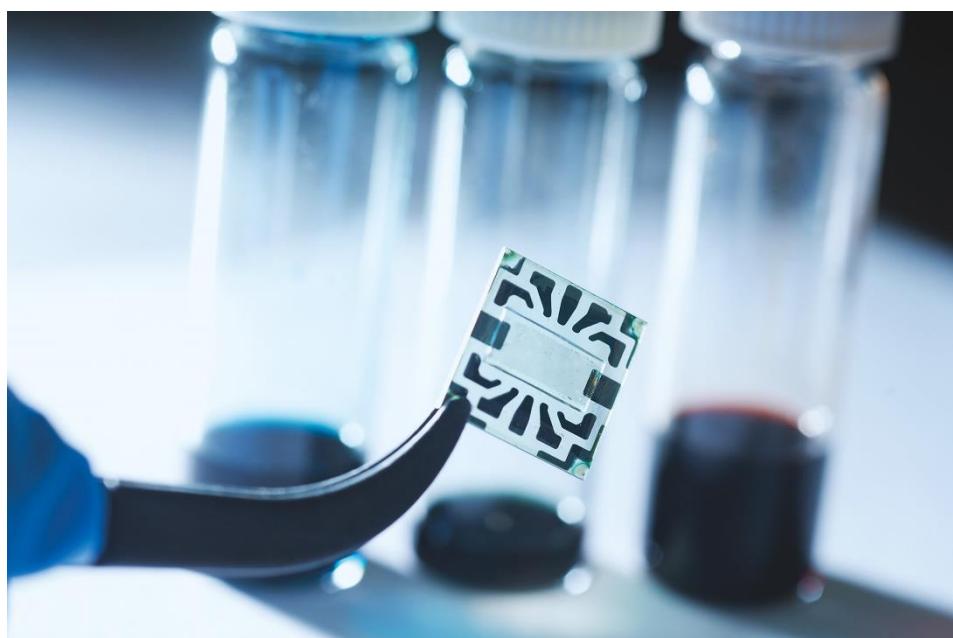


Figura 10 – Immagine di prototipo di una cella solare trasparente con elettrodi al grafene realizzato dal MIT [9]

Altro importante fronte di sviluppo tecnologico è quello del miglioramento delle attuali celle con tecnologia al silicio, che attualmente hanno un'efficienza di conversione luce-energia elettrica tra il 17% ed il 21% [10]. I miglioramenti di efficienza e affidabilità delle tecnologie PERC (Passivated Emitting and Rear Cell) saranno al centro dell'attenzione nei prossimi anni, con tecnologie come TOP-Con e Heterojunction Si che diventeranno sempre più competitive per via della loro maggiore efficienza. DNV GL prevede che l'efficienza dei moduli di silicio inizierà ad avvicinarsi al 25% in media entro il 2030.

Un confronto tra le varie tecnologie in termini di maturità tecnologica e grado di innovazione per le varie tecnologie di cella fotovoltaica è stato proposto da AD Little [8] e presentato nella seguente figura.

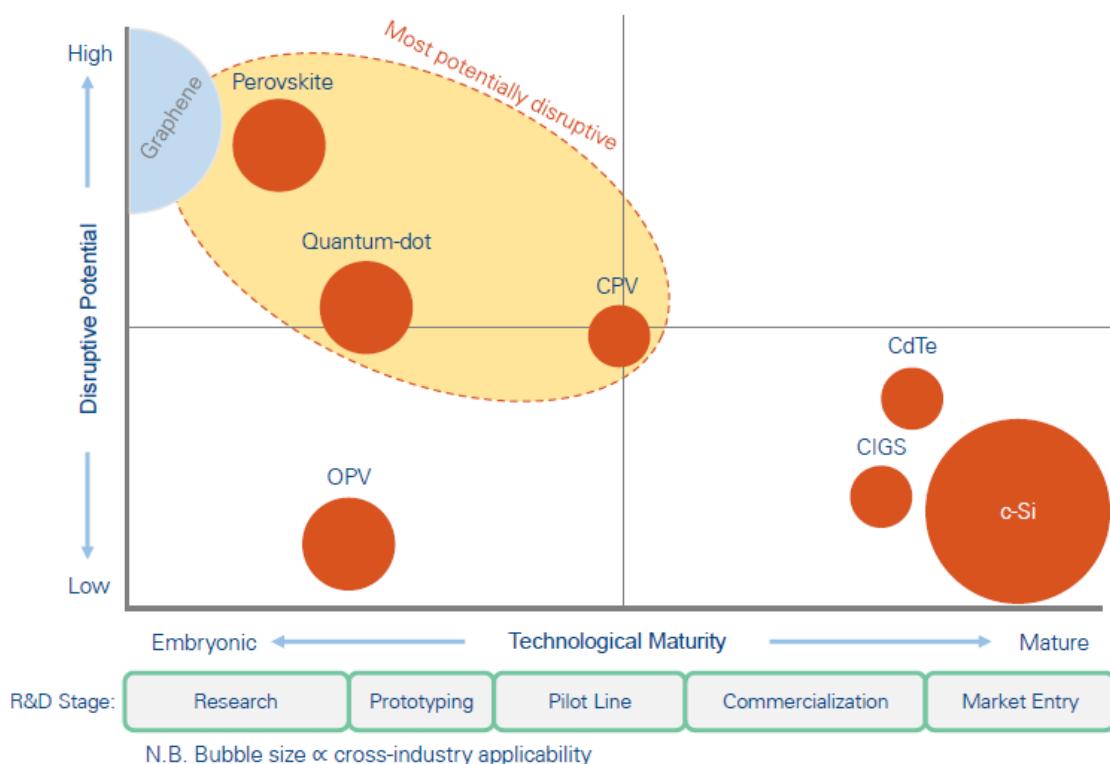


Figura 11 – Confronto tra tecnologie rispetto a maturità della tecnologia (asse x) e potenziale di innovazione futuro (asse y) [8]

Il grafico di NREL che riporta i record di efficienza delle diverse tecnologie per i moduli fotovoltaici si trova nella figura qui di seguito [10]. Il record assoluto secondo i dati NREL è il 40,6% ed appartiene ad una multi-giunzione ibrida sviluppata da UNSW (University of New South Wales, Australia).

## Champion Module Efficiencies

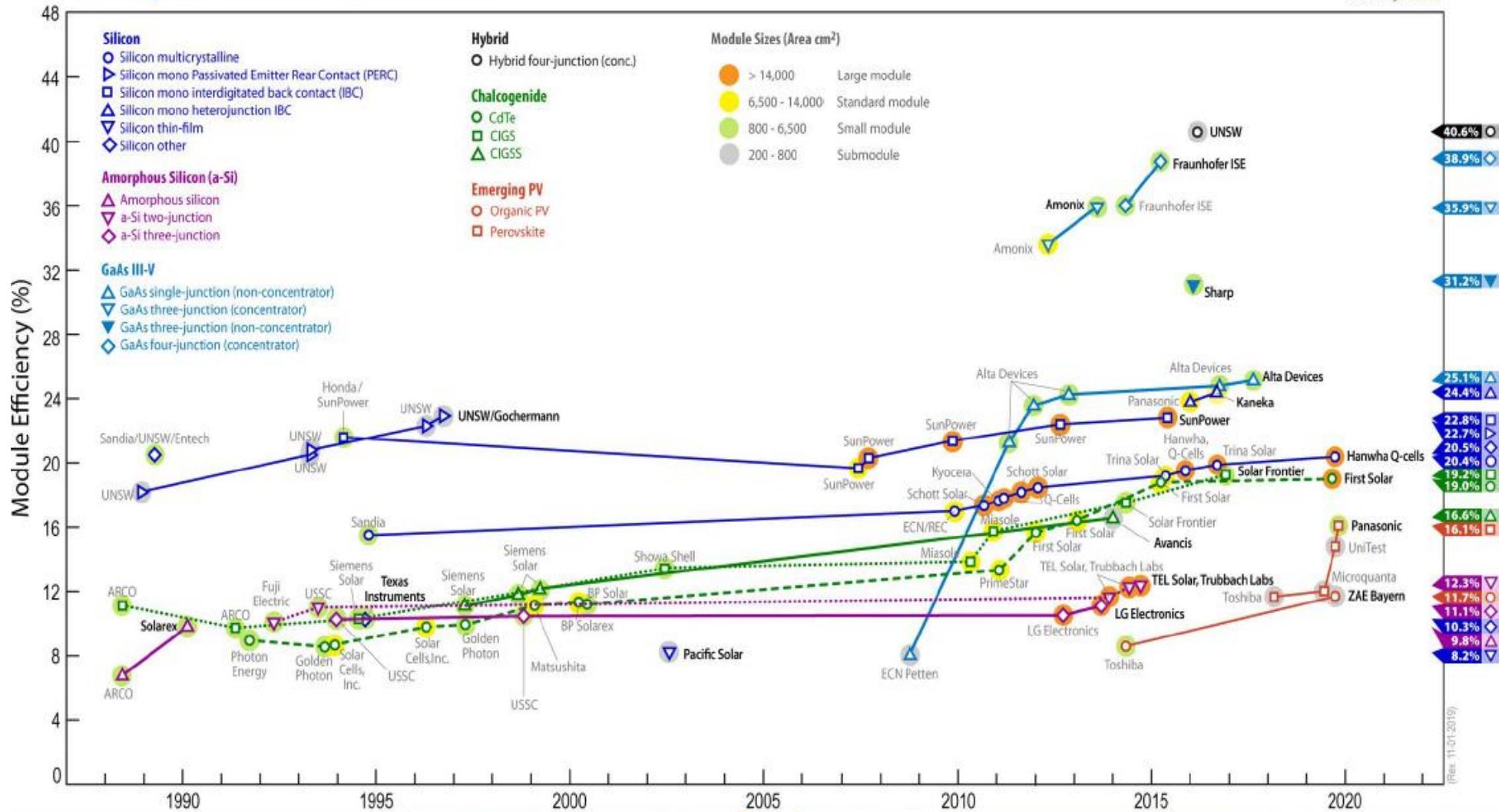


Figura 12 – Confronto delle evoluzioni delle efficienze record di conversione di varie tecnologie di moduli fotovoltaici [11]

Altro tema chiave per lo sviluppo del settore è la **digitalizzazione**. Questa può essere declinata in svariate aree e contribuire a tutte le fasi del progetto. Qui di seguito uno schema proposto da SolarPower Europe nel rapporto “Digitalisation & solar in emerging markets” del 2019 [12].

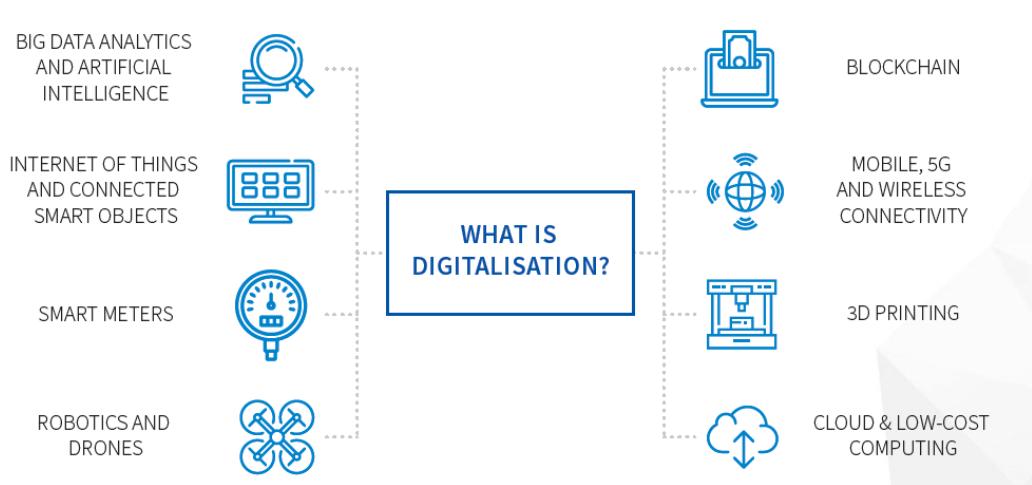


Figura 13 – Schema delle possibili declinazioni della digitalizzazione nel settore solare [12]

Secondo il rapporto, dal 2014 gli investimenti globali in infrastrutture e software per l'elettricità digitalizzata sono aumentati di oltre il 20% all'anno e alla fine del 2016 gli investimenti digitali globali erano quasi pari agli investimenti totali nel settore elettrico in India (55 miliardi di dollari). Guardando al futuro sono impressionanti i vantaggi che la digitalizzazione del settore energetico potrebbe portare [12]:

- Le reti digitali potrebbero portare fino a 810 miliardi di euro di entrate extra in relazione alle energie rinnovabili tra il 2019 e il 2030
- La digitalizzazione potrebbe rappresentare fino a 1,3 trilioni di dollari di valore per il settore elettrico (cumulati dal 2016 al 2025)
- Alcune proiezioni mostrano che si potrebbero avere già circa 200 miliardi di dispositivi Internet of Things (IoT) entro il 2020
- Il volume di dispositivi intelligenti controllabili nell'UE entro il 2025 dovrebbe essere di almeno 60 GW, il che potrebbe ridurre il picco della domanda di circa il 10%

La digitalizzazione e le sue applicazioni potrebbero avere benefici significativi anche in relazione alla situazione che si sta vivendo attualmente per l'emergenza COVID-19. Ad esempio, l'utilizzo di droni abilitati dall'intelligenza artificiale potrebbe consentire ispezioni ed interventi da remoto limitando la presenza umana sul campo e consentendo risparmi significativi in termini di costi per la gestione e la manutenzione dell'impianto [13]. Sul mercato esistono già soluzioni sviluppate specificamente per le esigenze del settore fotovoltaico [14].



Figura 14 – Esempio di drone autonomo per l’ispezione di impianti fotovoltaici [14]

Il solare fotovoltaico potrà avere un impatto significativo anche sul settore della mobilità (**solar mobility**), seppur al momento si è ancora agli albori. Un esempio è il Vehicle-Integrated Photovoltaics (VIPV), una soluzione in cui un veicolo è dotato di celle fotovoltaiche direttamente integrate. Il termine e le tecnologie derivano dal Building-Integrated Photovoltaics (BIPV), un gruppo di tecnologie solari in cui le celle fotovoltaiche sostituiscono i materiali da costruzione convenzionali. Negli ultimi anni, grazie al calo dei costi delle celle solari e al miglioramento del grado di integrazione, i veicoli VIPV sono stati distribuiti sul mercato, seppure rappresentino ancora una nicchia. Si stanno sviluppando soluzioni VIPV per tutti i settori dei trasporti: autovetture, camion, autobus, barche, treni, aviazione. Per fare un esempio concreto, l’UAV (Unmanned Aerial Vehicle) solare Zephyr sviluppato da Airbus per voli nella stratosfera terrestre ha stabilito il record di volo di oltre 25 giorni consecutivi nel 2018 [16].

In definitiva, il solare fotovoltaico, spesso descritto come una tecnologia matura, ha ancora ampi margini di innovazione e sviluppo tecnologico.



Figura 15 – Unmanned Aerial Vehicle Zephyr di Airbus per voli nella stratosfera terrestre [16]

## Riferimenti:

- [1] Lewis Frass, “History of Solar Cell Development”, Editore Springer, 2014
- [2] US Department of Energy – Energy Efficiency and Renewable Energy, “The History of Solar”, 2001
- [3] John Perlin, “The silicon solar cell turns 50”, 2004
- [4] SolarPower Europe, “Global Market Outlook for Solar Power / 2019 – 2023”, 2019
- [5] IEA-PVPS-Task1, “Trends 2019”, 2019
- [6] Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, “Piano Nazionale Integrato Energia e Clima - Italia”, dicembre 2019
- [7] DNV GL, “Technology Outlook 2030”, 2020
- [8] Arthur D Little, “Emerging technologies in Solar PV: identifying and cultivating potential winners”, 2016
- [9] MIT News, <http://news.mit.edu/2017/mit-researchers-develop-graphene-based-transparent-flexible-solar-cells-0728>
- [10] Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE with support of PSE GmbH, “PHOTOVOLTAICS REPORT”, 2019

- [11] NREL, "Champion Photovoltaic Module Efficiency Chart", 2019
- [12] SolarPower Europe, "Digitalisation & solar in emerging markets report", 2019
- [13] Elettricità Futura, "[Newsletter Technology Watch - Robotica e applicazioni della Blockchain – Numero 1 2020](#)", 2020
- [14] Percepto, <https://percepto.co/solar-energy-industry/>
- [15] SolarPower Europe, "Putting solar in the driver's seat - Solar Mobility report", 2019
- [16] Airbus, Zephyr solar Unmanned Aerial Vehicle, <https://www.airbus.com/defence/uav/zephyr.html>

*Nota: ultimo accesso ai link web effettuato ad aprile 2020*

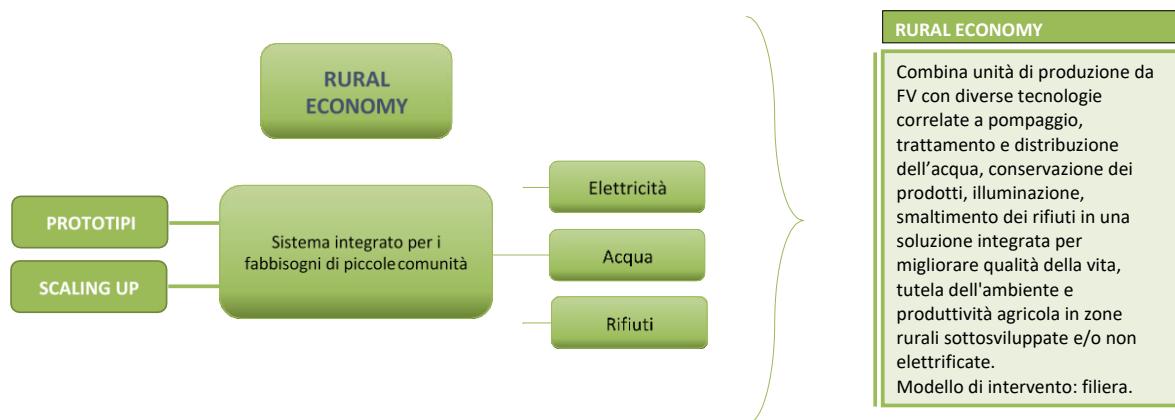
## La parola agli Associati

### Rural Economy: supportare lo sviluppo delle rinnovabili in Marocco

**Autore:** Elettricità Futura, basato sul progetto [Solar Breeder Marocco](#) a cui aderiscono Associati EF

In molte aree del Marocco e maggiormente in una larga parte del continente africano lo sviluppo economico locale dipende da due risorse primarie: l'acqua e l'energia. Due risorse essenziali sia per la produzione di alimenti e la loro trasformazione, sia per regolare i flussi di acqua e l'illuminazione delle lunghe ore serali. Con il solare si possono alimentare le pompe di estrazione dell'acqua, quelle destinate a regolare i flussi d'irrigazione, e disporre dell'energia elettrica necessaria a soddisfare i bisogni primari delle popolazioni.

Solar Breeder è un progetto pluriennale il cui obiettivo primario è affrontare con efficacia i problemi di acqua ed energia iniziando da un progetto già avviato da alcuni soci in Marocco.



Il campo di applicazione più immediato per la Rural Economy è il settore agricolo combinato al tema dell'irrigazione. Sulla base delle analisi di mercato effettuate per il progetto, infatti, il segmento di opportunità comprende gli interventi nelle aree incolte, nelle aree irrigate tradizionalmente (a inondazione) e con l'utilizzo di combustibili fossili, oltre uno spazio di intervento per quelle aree dotate di un sistema di irrigazione localizzato (a goccia o aspersione) ma alimentate da impianti Diesel/Butano/energia elettrica. La superficie potenziale di intervento complessiva è stata stimata in tre milioni di ettari (ha). Attualmente, i sistemi di irrigazione tradizionale rappresentano il 56%, mentre il restante (44%) è rappresentato da sistemi di irrigazione localizzati in Marocco.

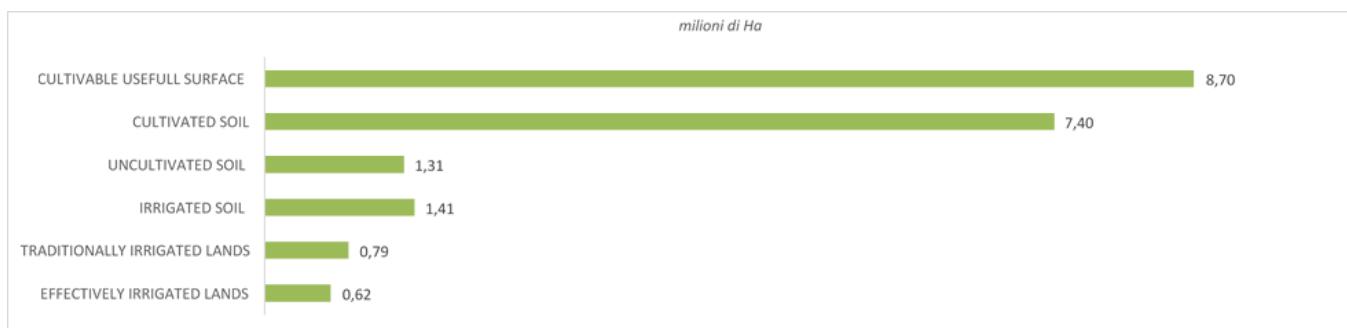


Figura 16 – Dati su estensione delle superfici in Marocco e loro caratteristiche (Fonte: Guide du Pompage solaire pour l'irrigation Agricole, AMEE, gennaio 2018)

In una possibile implementazione, i moduli fotovoltaici alimentano il sistema di controllo della pompa di estrazione, che a propria volta preleva l'acqua dal sottosuolo e la trasferisce in un serbatoio per immagazzinarla. Il sistema viene attivato ogni volta i moduli fotovoltaici sono esposti a sufficiente irradiazione (si stimano in media 6-7 ore di irradiazione solare di picco al giorno). Il pompaggio di acqua basato su energia solare può essere adattato per qualsiasi fonte d'acqua, che si tratti di pozzi, fiumi, laghi o dighe.

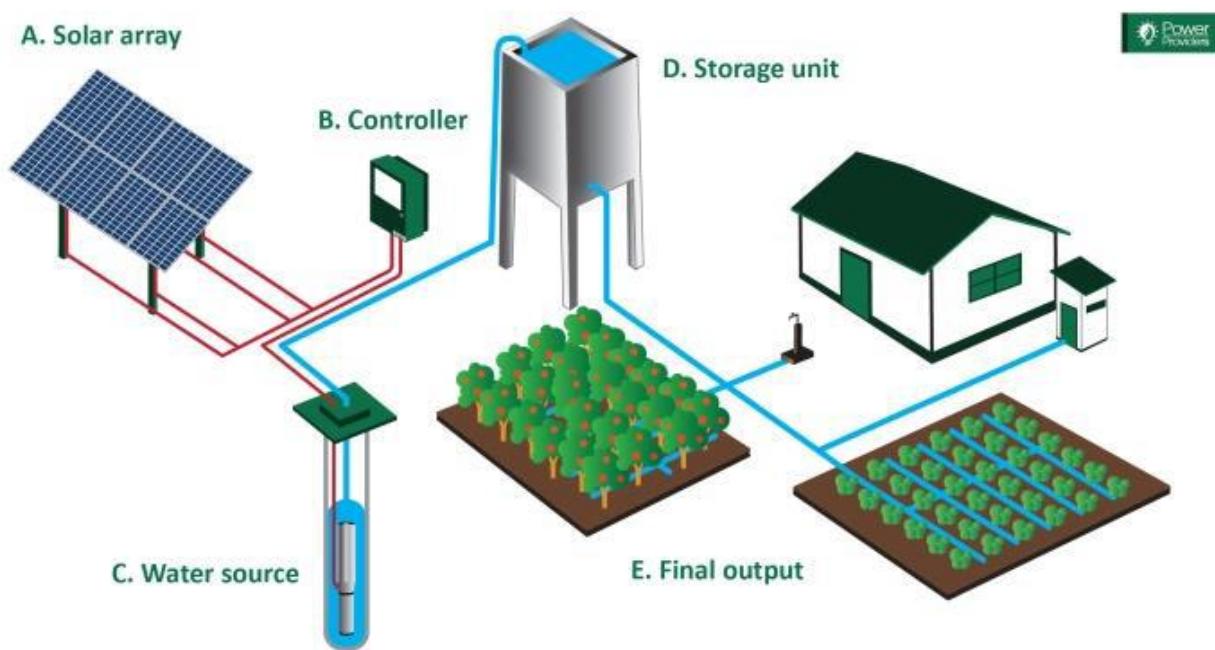


Figura 17 – Schema di possibile funzionamento pompaggio di acqua basato su energia solare

Il progetto Solar Breeder prevede l'aggregazione di una filiera (o più filiere) da costituire ad hoc volta alla realizzazione dei primi impianti prototipali caratterizzati da un ampio utilizzo di tecnologie alimentate da fonti rinnovabili integrate con sistemi di gestione efficiente della risorsa acqua (dall'estrazione e trattamento, alla distribuzione) per i fini produttivi nel settore agricolo e agroalimentare.

In qualità di principale associazione italiana del settore elettrico, Elettricità Futura ha il ruolo di favorire l'ingresso nel mercato, creare partnership con altre organizzazioni e tessere legami con le istituzioni interessate per supportare l'accesso agli investimenti.



Figura 18 – Schema che illustra il coinvolgimento di Elettricità Futura nel progetto Solar Breeder

## News dal mondo della tecnologia

- **#Solare:** un sistema di desalinizzazione completamente passivo a energia solare, sviluppato dal Massachusetts Institute of Technology, potrebbe fornire oltre 1,5 litri di acqua potabile fresca all'ora per ogni metro quadrato di pannelli fotovoltaici. Tali sistemi potrebbero essere utilizzati ad esempio in aree costiere aride come fonte d'acqua potabile efficiente e a basso costo.  
<https://www.sciencedaily.com/releases/2020/02/200207124456.htm>
- **#Solare:** il più grande impianto solare fotovoltaico galleggiante in Europa è stato inaugurato nella Francia meridionale a fine 2019, segnando un'altra pietra miliare nello sviluppo del floating solar.  
<https://www.euractiv.com/section/energy/news/europes-largest-floating-solar-plant-opens-in-france/>
- **#Mobilità Elettrica:** la London Electric Vehicle Company (LEVC), che produce taxi elettrici, ha rivelato i suoi progressi per espandere la sua gamma con un furgone elettrico ed i primi prototipi hanno iniziato ad essere assemblati  
<https://www.electrhybridvehicletechnology.com/news/buses-commercial-vehicles/first-prototypes-of-levc-electric-van-hit-assembly-line.html>
- **#Elettrificazione:** un gruppo di ricerca della City University of Hong Kong ha recentemente sviluppato un dispositivo che utilizza gocce d'acqua per produrre energia elettrica, caratterizzato da una struttura simile a un transistor ad effetto di campo (FET) e che consente un'elevata efficienza di conversione energetica e densità di potenza. Ciò contribuirebbe a far avanzare la ricerca scientifica sulla produzione di energia elettrica a partire dall'acqua.  
<https://www.sciencedaily.com/releases/2020/02/200205132354.htm>
- **#Accumuli:** I ricercatori della Duke University e della Michigan State University hanno progettato un nuovo tipo di super-condensatore che rimane pienamente funzionale anche se allungato otto volte rispetto alle sue dimensioni originali. Questo non mostra alcuna usura dovuta all'allungamento ripetuto e perde solo pochi punti percentuali di prestazione energetica dopo 10.000 cicli di carica e scarica. I ricercatori ipotizzano che il super-condensatore possa far parte di sistemi elettronici flessibili, per applicazioni come l'elettronica indossabile (wearable) o i dispositivi biomedici.  
<https://www.sciencedaily.com/releases/2020/03/200319142441.htm>
- **#Accumuli:** un team di ricerca internazionale, guidato dalla Monash University, ha inventato e brevettato una nuova tecnica di filtraggio che un giorno potrebbe ridurre i tempi di estrazione del litio. Lo studio, pubblicato anche sulla rivista internazionale Nature Materials, presenta risultati incoraggianti e apre la possibilità di creare una tecnologia di filtraggio rivoluzionaria che potrebbe cambiare sostanzialmente il modo in cui viene estratto il litio (lithium-from-brine extraction).  
<https://www.independent.co.uk/life-style/gadgets-and-tech/news/electric-cars-battery-recharge-time-a9177781.html>
- **#Covid-19:** il Consiglio europeo per l'innovazione (EIC-European Innovation Council) ha lanciato nuove iniziative per favorire l'emergere di progetti in grado di offrire soluzioni innovative per l'emergenza dettata dal Covid-19. Tra queste, la creazione di un gruppo 'EIC Solutions to fight COVID-19' per imprese, ricercatori e start-up che hanno sviluppato un'idea innovativa vicina al mercato per fronteggiare il coronavirus.  
<https://community-smei.easme-web.eu/articles/eic-solutions-fight-covid-19-discover-eic-group-spreading-innovation-tackle-coronavirus>

Nota: ultimo accesso ai link web effettuato ad aprile 2020

Per informazioni o segnalazioni:  
Alessio Cipullo - Affari Europei e Ufficio Studi Elettricità Futura  
[alessio.cipullo@elettricitafutura.it](mailto:alessio.cipullo@elettricitafutura.it)

Elettricità Futura è la principale associazione delle imprese elettriche che operano nel settore dell'energia elettrica in Italia. Rappresenta e tutela produttori di energia elettrica da fonti rinnovabili e da fonti convenzionali, trader, distributori, venditori e fornitori di servizi, al fine di contribuire a creare le basi per un mercato elettrico efficiente e per rispondere alle sfide del futuro.

Elettricità Futura partecipa al dibattito istituzionale a tutela degli interessi degli associati e contribuisce al confronto, anche a livello internazionale, attraverso l'appartenenza a:



Piazza Alessandria, 24 - 00198 Roma

T +39 06 8537281

[www.elettricitafutura.it](http://www.elettricitafutura.it)

[info@elettricitafutura.it](mailto:info@elettricitafutura.it)

