www.dii.unipd.it

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria dell'Energia

Relazione per la prova finale «Smaltimento di impianti fotovoltaici con accumulo»

Tutor universitario: Prof. Anna Stoppato

Laureando*: Arianna Bonetti 1230088*

Padova, 14/03/2023

INTRODUZIONE

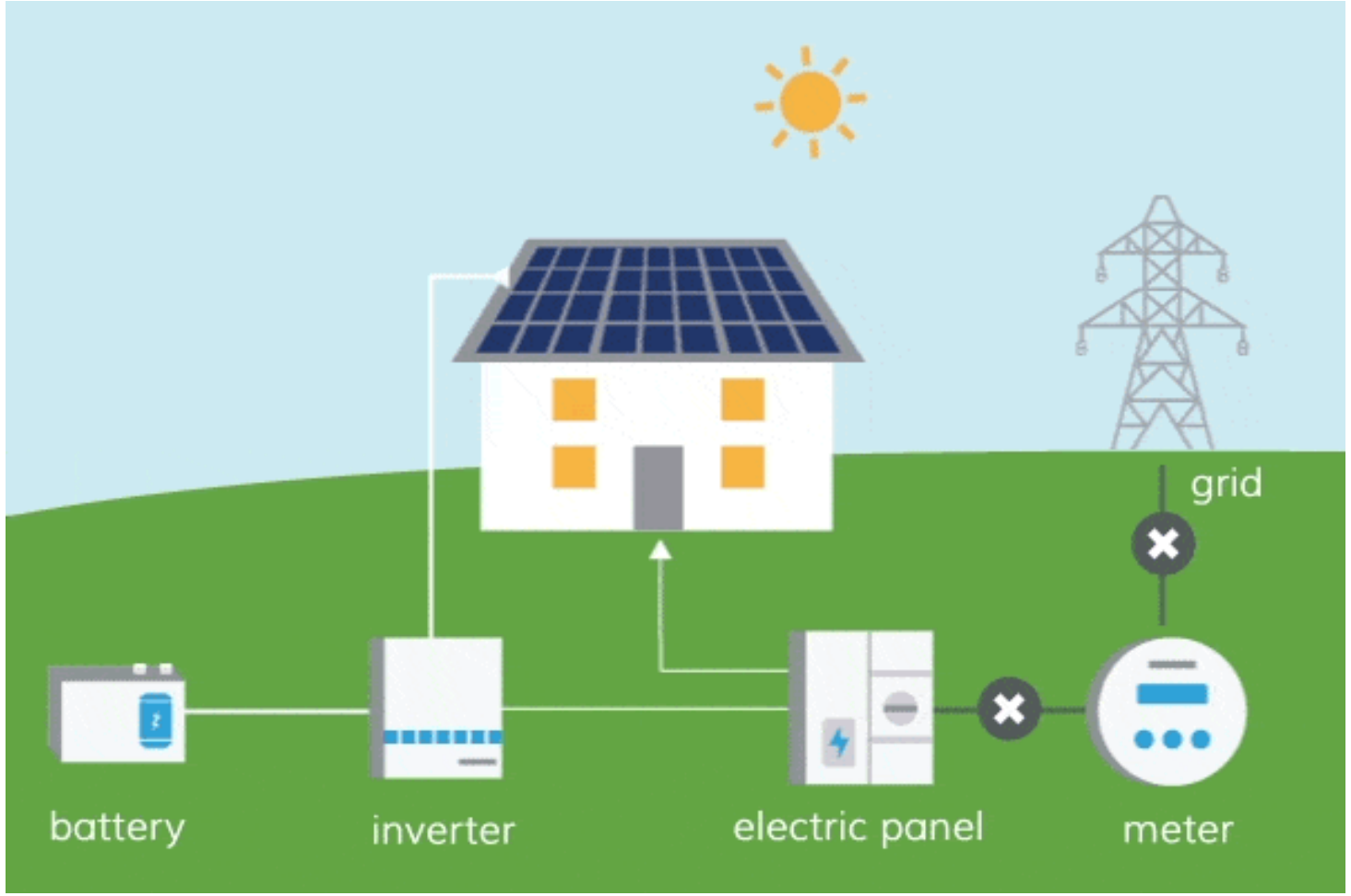
www.dii.unipd.it

Impianto fotovoltaico con accumulo

Impianto fotovoltaico → converte la **radiazione solare** direttamente in **energia elettrica**

Inverter → converte corrente da continua ad alternata

Accumulatore → permette lo **stoccaggio** dell'energia in **eccesso**

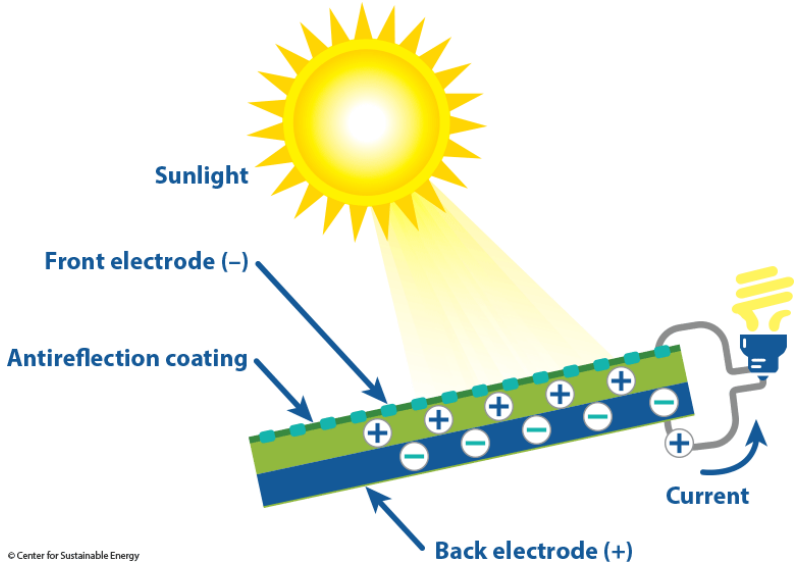


1- CAPITOLO: FUNZIONAMENTO

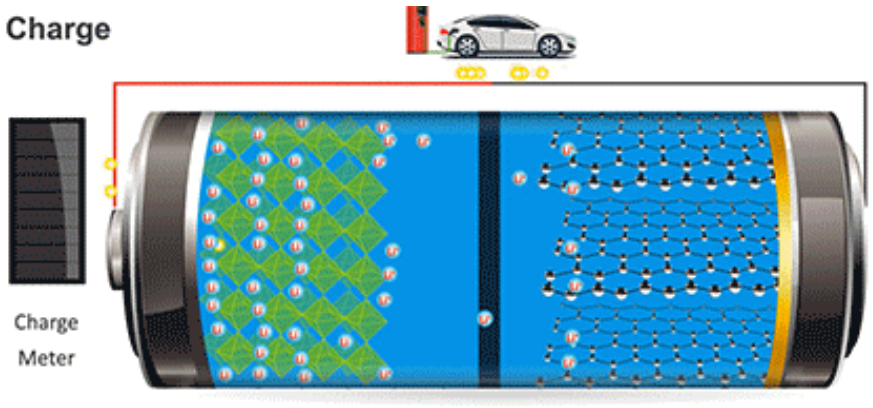
www.dii.unipd.it

Funzionamento impianto fotovoltaico

- **Drogaggio**
- **Giunzione p-n**
- **Polarizzazione diretta**
- **Effetto fotovoltaico**



Funzionamento batteria



L'energia elettrica viene immagazzinata da un processo chimico e poi resa disponibile per azionare i dispositivi elettrici.
Viene tutto definito da due cicli:

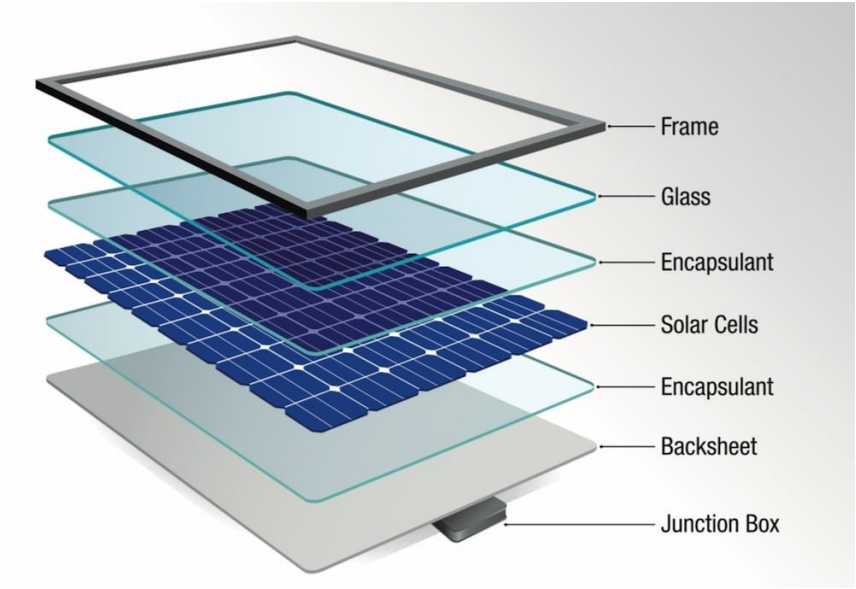
- **Scarica**
- **Ricarica**

2- CAPITOLO: MATERIALI

www.dii.unipd.it

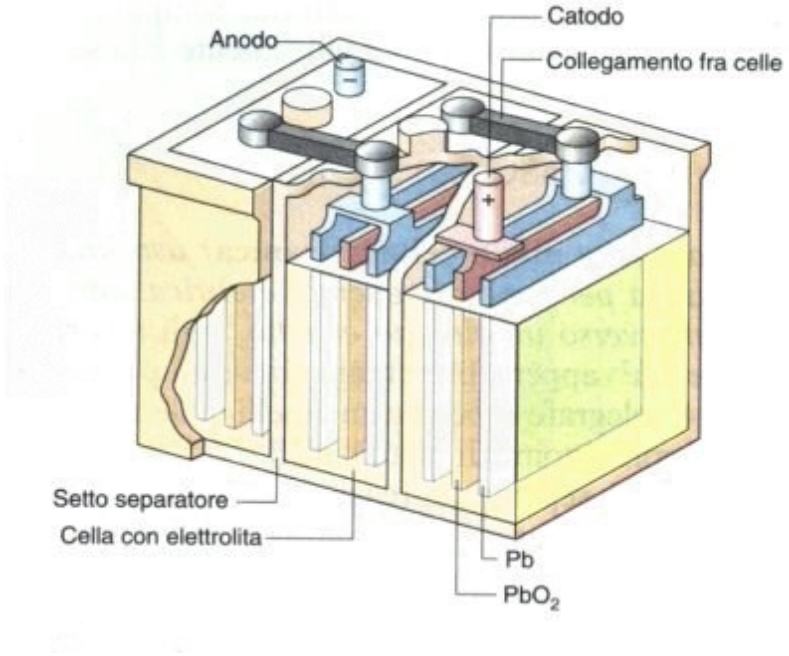
Materiali pannello fotovoltaico

- **Base di appoggio**
- **Etilen Vinil Acetato**
- **Cella fotovoltaica**
- **Vetro temprato**
- **Cornice di alluminio**
- **Scatola di giunzione**



Materiali batteria agli ioni di litio

- **Catodici**
- **Anodici**
- **Elettroliti**
- **Separatore**



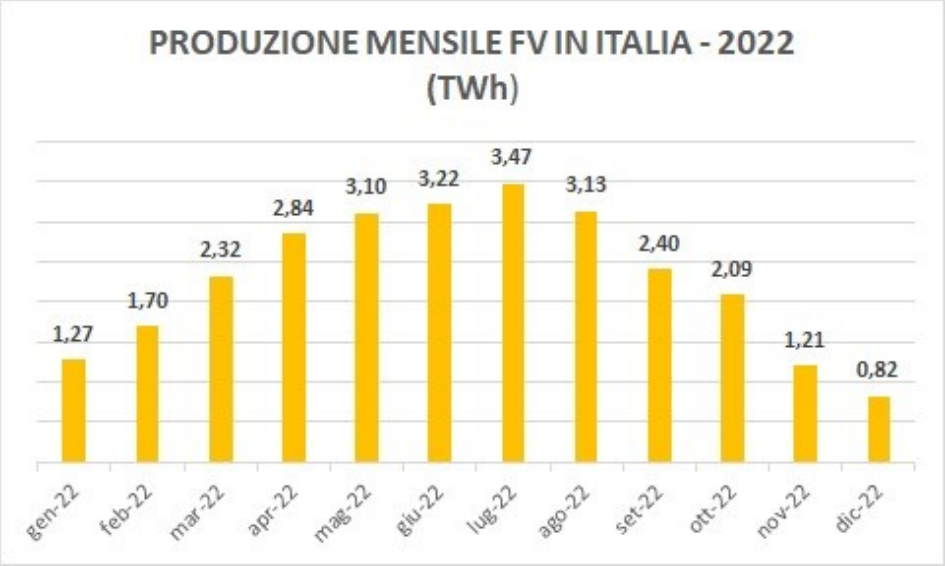
3- CAPITOLO: IMPATTO AMBIENTA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

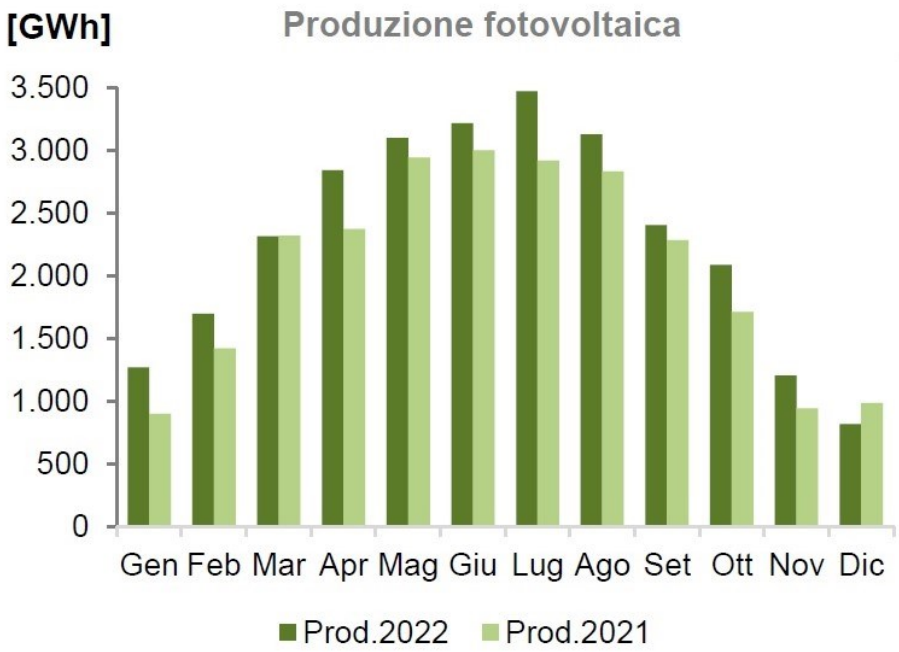
www.dii.unipd.it

2007 impianto sperimentale
Conto Energia

2013 → **18 GW** di capacità installata

2021 → **21,7 GW → 25.5 TWh**
2022 → **25 GW → 28.7 TWh**





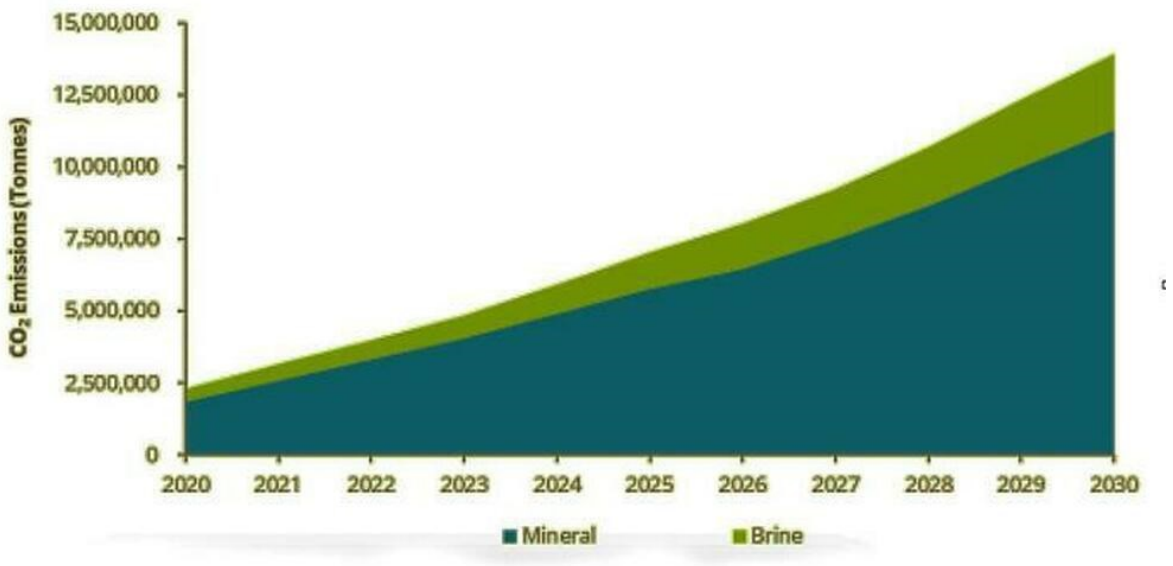
Carbon footprint
400/500 g/KWh → 20 g/KWh

3- CAPITOLO: IMPATTO AMBIENTALE BATTERIE

www.dii.unipd.it

La nuova proposta di regolamento :

1. Il **rafforzamento** del **mercato interno**
2. La promozione di un'**economia circolare**
3. La **riduzione** degli **impatti sociali e ambientali**



Carbon footprint → 77 kg/KWh

Da fonti rocciose → **9 tonnellate di CO_2** ogni tonnellata di carbonato di litio

La produzione da 'brine' → genera **1/3** delle **emissioni**

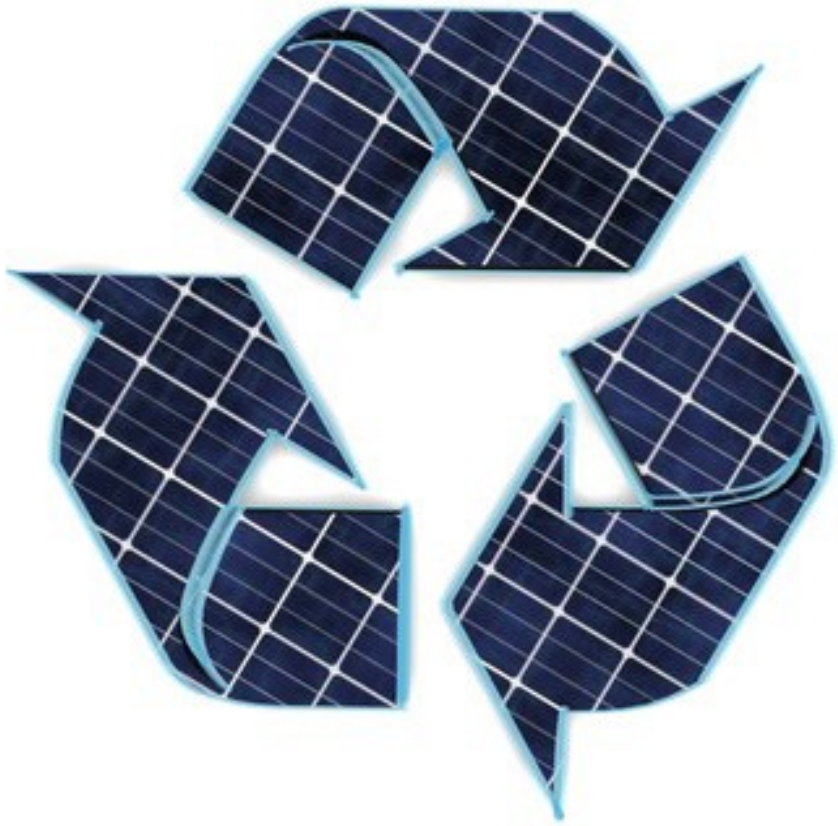
4- CAPITOLO: SMALTIMENTO MODULO FOTOVOLTAICO

www.dii.unipd.it

Il processo prevede:

- La **riduzione** dei pannelli in **frammenti** di 5mm
- La **rimozione** del sottile **film semiconduttore**
- Passaggio attraverso una **piattaforma vibrante**
- Un **sistema a precipitazione** a tre stradi

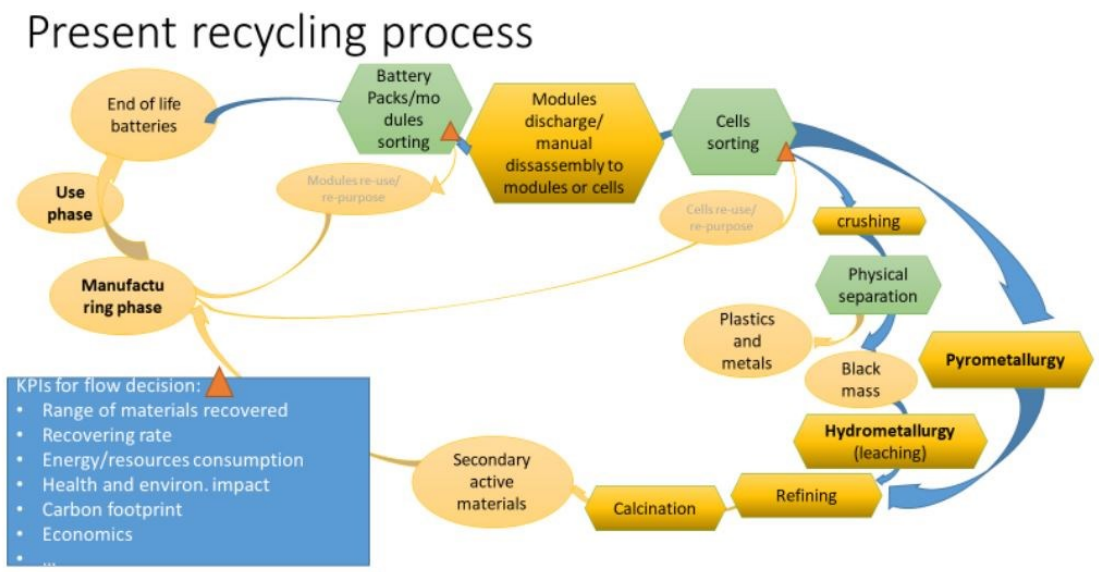
Lo **smaltimento** è regolato dalla legislazione del 2014 del **RAEE (Rifiuti da Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche)**



Riutilizzo → vantaggioso in stazioni non collegate alla rete elettrica

4- CAPITOLO: SMALTIMENTO BATTERIA

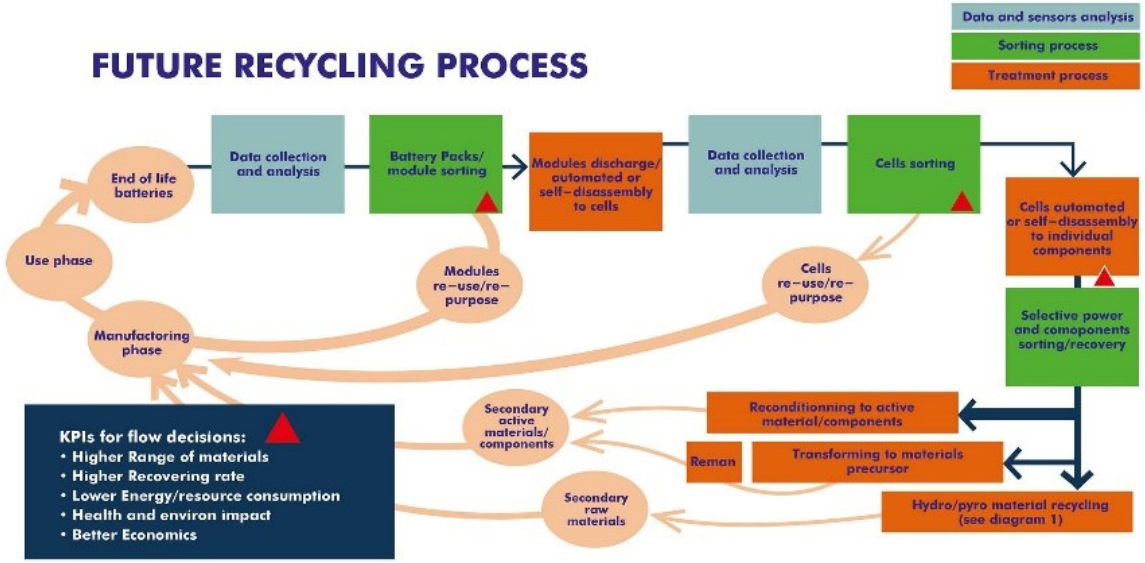
www.dii.unipd.it



Il processo presente di riciclo prevede:

1. **Processi fisici**
2. **Processi chimici**:
   - Processi piro-metallurgici
   - Processi idro-metallurgici

Direct recycling process:
Materiali direttamente riciclati senza sintesi e raffinazione → inserimento di sistemi di raccolta
Design per il riciclo:
Materiali attivi → recuperati e rigenerati
Materiali non rigenerabili → composti primari



4- CAPITOLO: IL RICICLO MONDIALE DELLE BATTERIE

www.dii.unipd.it

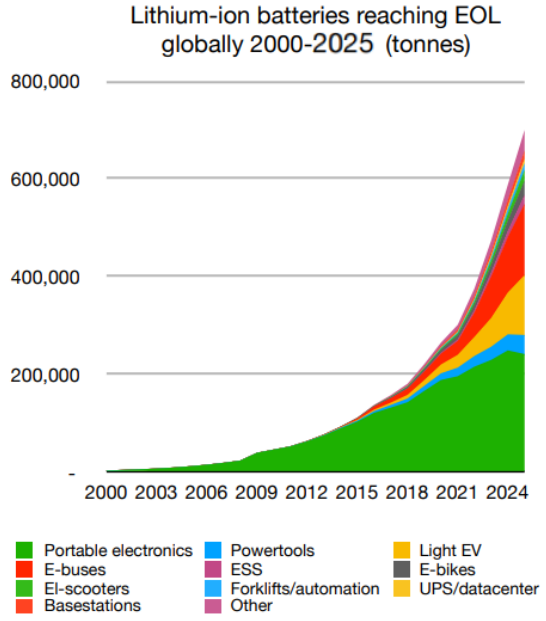
In Europa:
2013-2014 da **65.500 tonnellate** → recuperate soltanto **1.900 tonnellate**

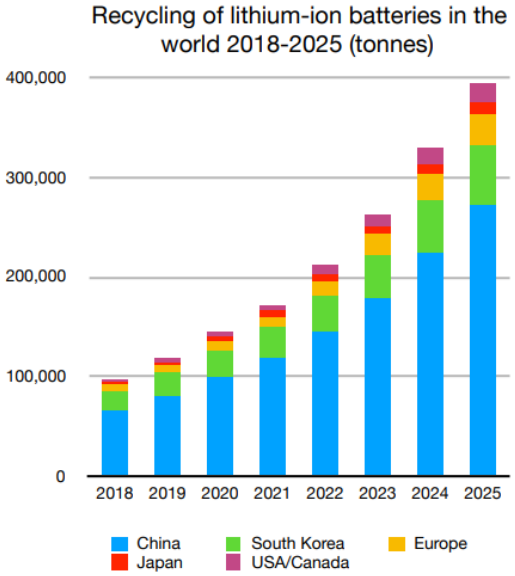
A livello mondiale:
2018 → **riciclate 97k tonnellate** (67k in **Cina** e 18k in **Corea del Sud**)

70% studi sul riciclo → Cina, Corea del sud

Materiali attivi → riciclati con alte efficienze

Recupero complessivo → superiore al 90%





Source: Circular Energy Storage

4- CAPITOLO: PROSPETTIVE FUTURE E PROGETTO PIONEER

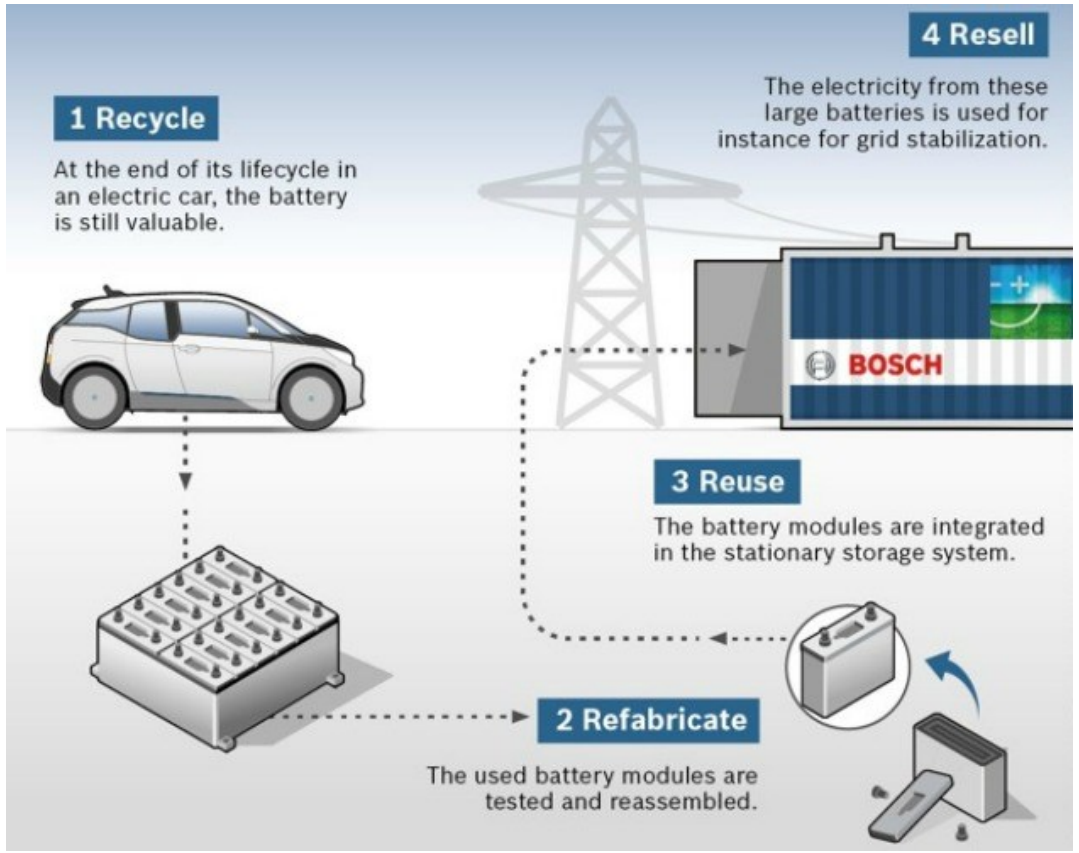
www.dii.unipd.it

Seconda vita delle batterie delle auto:

1. **la riqualificazione**
2. **il rinnovo dei gruppi di batterie**
3. **il riciclo**

Utilizzate in:

- **impianti stazionari**
- produzione di **energia rinnovabile**
- **fornire servizi** alla rete elettrica.



Progetto PIONEER

Batterie di **seconda vita** (10MW) → **accumulatore** di energia → **impianto** fotovoltaico (30MW)

www.dii.unipd.it

Smaltimento

«si tratta di impianti ancora giovani»

Riciclo

«promuovere il mercato secondario»

Green energy