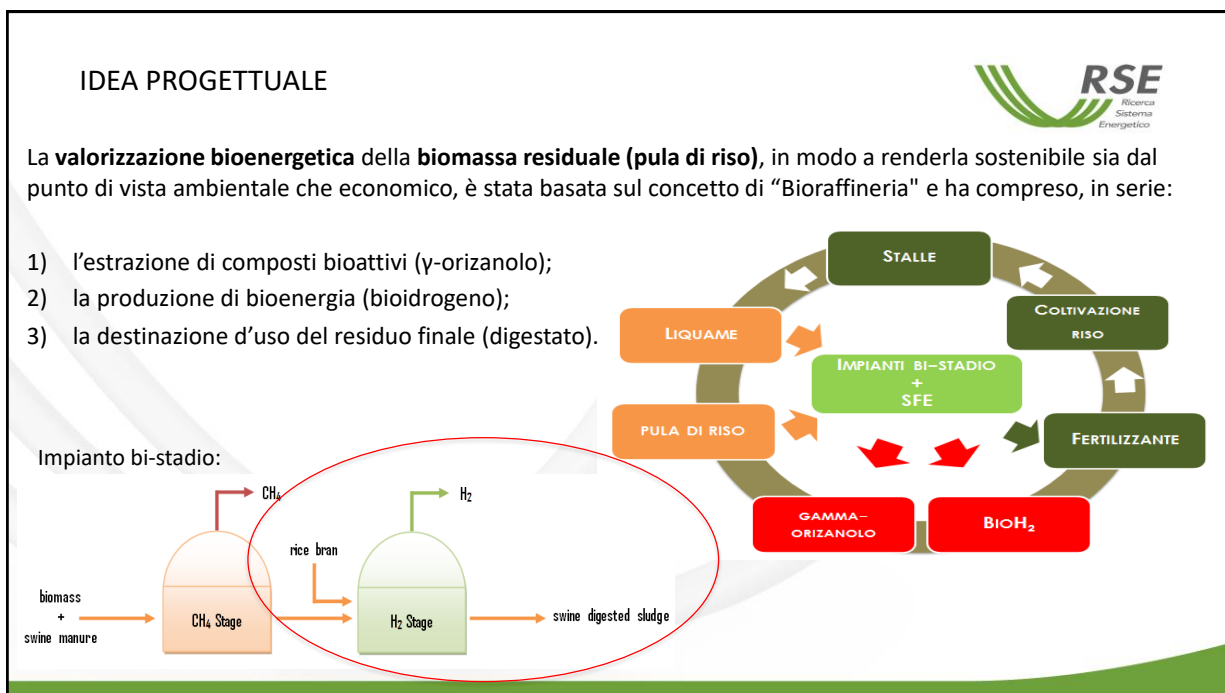


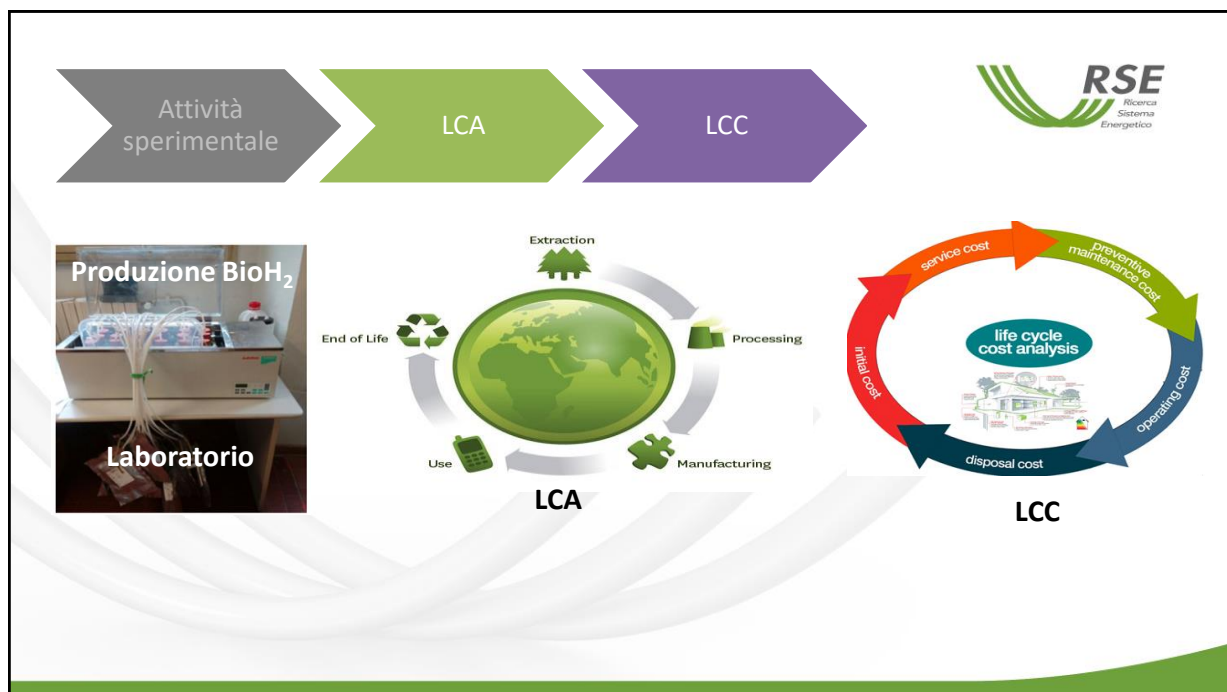
Life Cycle Assessment e Life Cycle Cost della produzione di BioH₂ da pula di riso e digestato

Maria L. Carvalho, Giulio Mela, Pierpaolo Girardi
 Workshop Rifiuti e LCT Politecnico di Milano
 26 Marzo 2019, Milano, Italia

1



2



3

LCA

RSE
Ricerca
Sistema
Energético

Goal and scope

L'obiettivo del presente studio è l'applicazione della metodologia LCA per la valutazione energetico-ambientale della produzione di BioH₂ mediante fermentazione bi-stadio applicata a biomassa residuale proveniente dal settore agro-industriale (pula di riso miscelata a liquami zootecnici)

Functional unit

1 Sm³ of BioH₂

Software :SimaPro 8.3

Characterization methods:

- **ILCD 2011 Midpoint** impact assessment method
- **Ecoinvent Cumulative Energy Demand (CED)** method for the assessment of renewable and non-renewable primary energy consumption

Extraction

Processing

Manufacturing

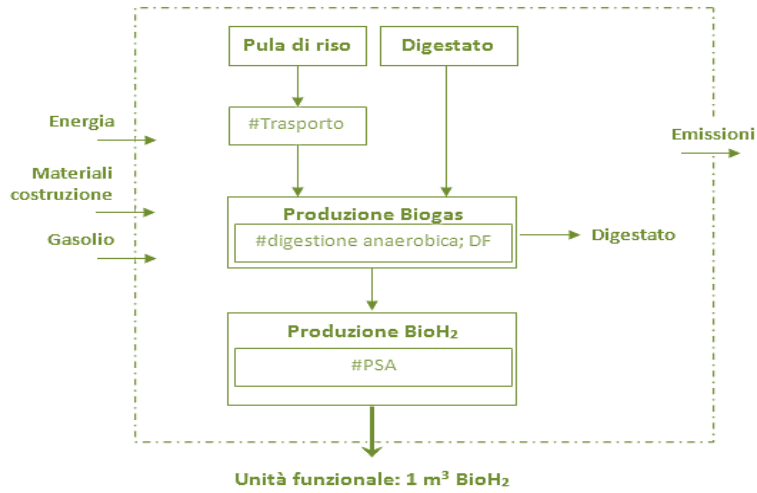
Use

End of Life

LCA

4

LCA & LCC system boundaries

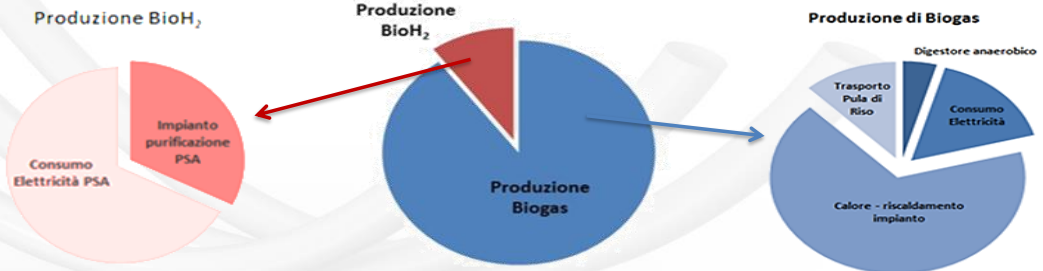


5

Risultati - Analisi energetica



			No avoided products		
			MJ	Total (MJ)	
Risorse	Non rinnovabili	Fossili	20,80	22,06	24,92
		Nucleari	1,26		
		Biomassa	0,00		
	Rinnovabili	Biomassa	1,76	2,86	
		Sole, vento, geotermis	0,45		
		Acqua	0,65		



Consumo di energia fossile primaria richiesta per la produzione di 1 m³ di BioH₂.

6

Net energy ratio (NER),

Energia prodotta diviso il consumo di energia non rinnovabile.



LHV/NRES= 10.8/22.06=0.49
 NER = **0,49** molto basso rispetto ai dati di letteratura

Valori di NER per differenti processi di produzione di idrogeno.

Processo di produzione di BioH ₂	NER
Digestione anaerobica pula di riso + digestato	0,49
Biogas reforming, Hajjaji <i>et al.</i> , 2016	28,88
Biogas reforming, Coelho, 2008	1,43
Hydrolysis; fermentation, Djomo <i>et al.</i> , 2011	1,08-1,17
Gas naturale, Dufour <i>et al.</i> , 2011	0,57

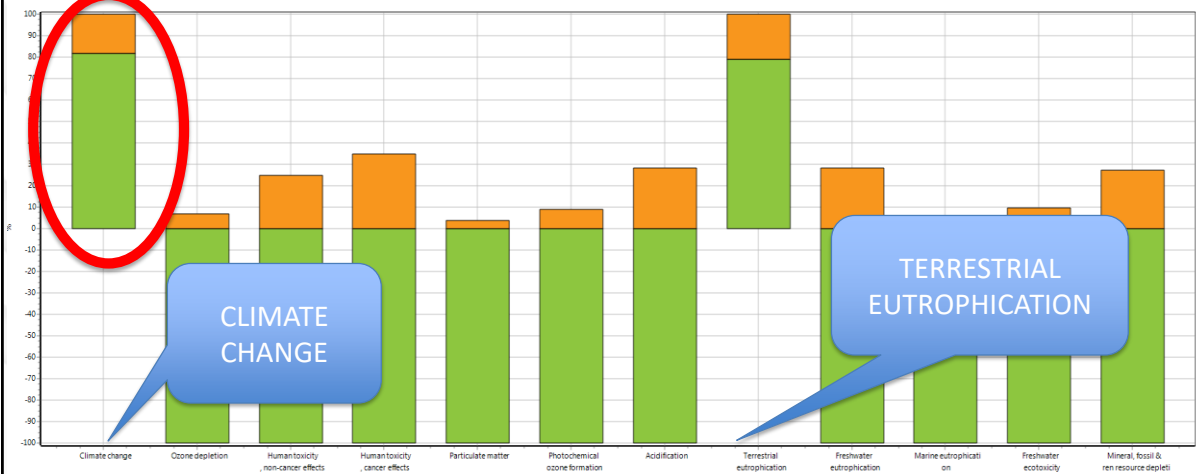
7

Risultati - Analisi ambientale



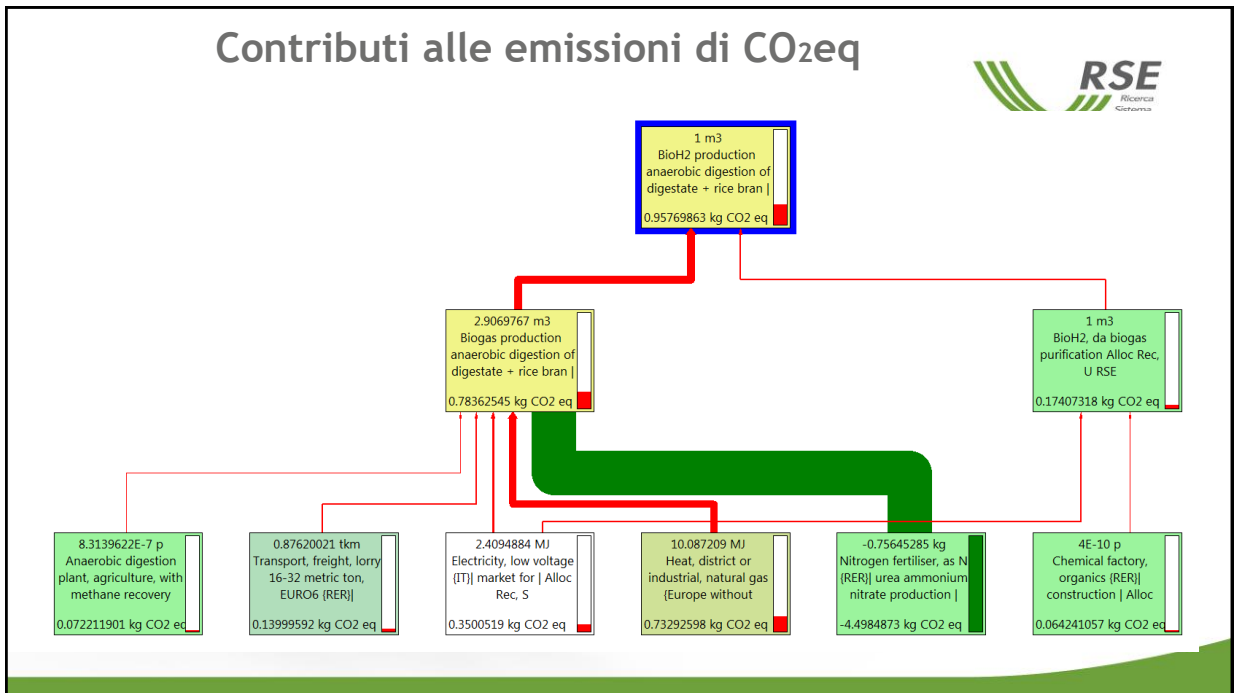
Produzione biogas
 Compresi impatti evitati

Purificazione BIO-H2



8

Contributi alle emissioni di CO₂eq



9

Contributi alle emissioni di CO₂eq



Emissioni totali di gas serra del sistema in studio per m³ di BioH₂ prodotto, in funzione del processo produttivo.

Processo	kg CO ₂ eq			
	Con prodotti evitati		Senza prodotti evitati	
	Biogas	BioH ₂	Biogas	BioH ₂
Produzione di Biogas (emissioni)	4,10	-	4,10	-
Digestore anaerobico	0,07	-	0,07	-
Consumo Elettricità	0,24	-	0,24	-
Calore - riscaldamento impianto	0,73	-	0,73	-
Trasporto Pula di Riso	0,14	-	0,14	-
Fertilizzante (urea ammonium nitrate production)	-4,50	-	-	-
Impianto purificazione PSA	-	0,06	-	0,06
Consumo Elettricità PSA	-	0,11	-	0,11
Totali	0,78	0,17	5,28	0,17
	0,96		5,46	

10

CO₂eq- Confronto con altri metodi di produzione



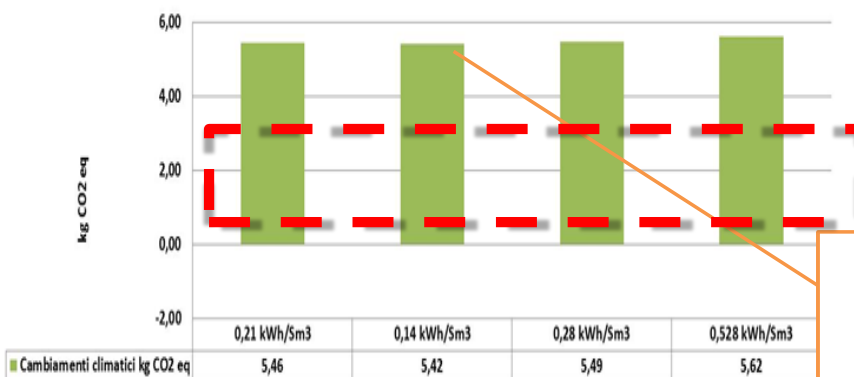
Potenziale di riscaldamento globale (GWP) per diversi metodi di produzione dell'idrogeno.

Processo di produzione di BioH ₂	Potenziale di riscaldamento globale (KgCO ₂ /m ³ H ₂)	
Digestione anaerobica pila di riso + digestato	Con prodotti evitati	0,96
	Senza prodotti evitati	5,46
Electrolysis with grid (European)		2,86
Steam methane reforming of natural gas		1,16
Coal gasification		1,12
Biomass based electrolysis		0,31
Biogas reforming	Con prodotti evitati	0,50

La produzione di BioH₂ mediante digestione anaerobica è una buona alternativa in termini di emissioni di gas serra solo se consideriamo i risultati in cui sono inclusi i crediti per i fertilizzanti minerali.

11

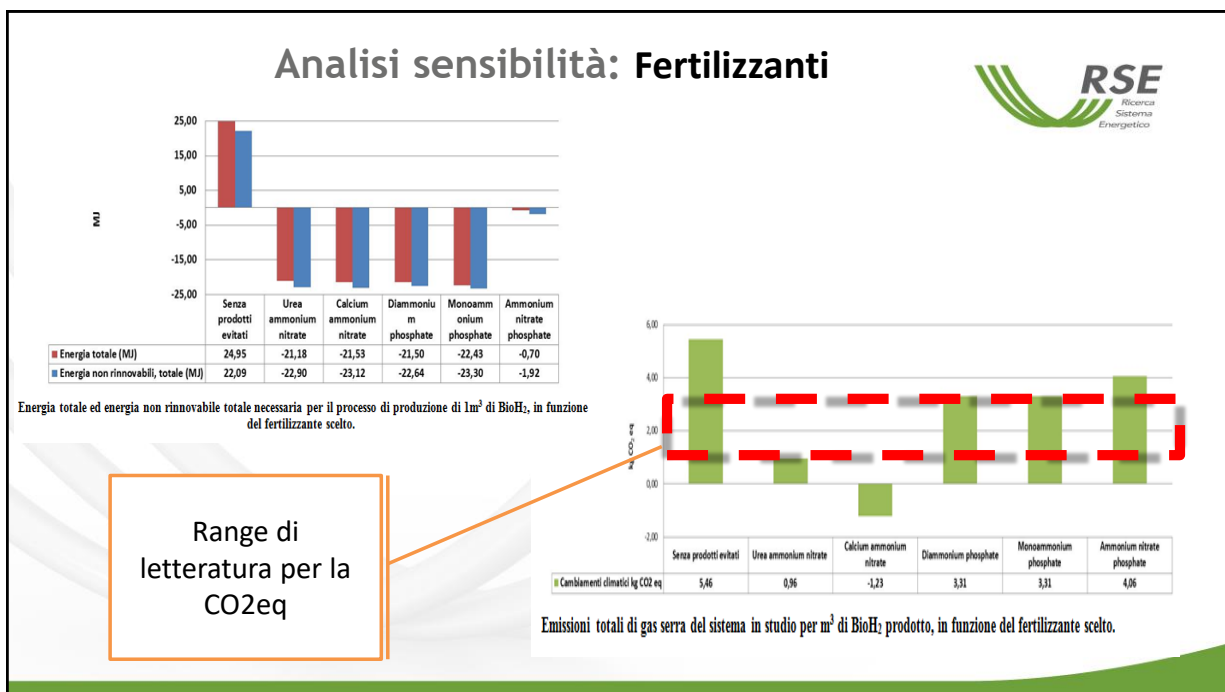
Analisi sensibilità ➤ Consumo energetico – impianto PSA



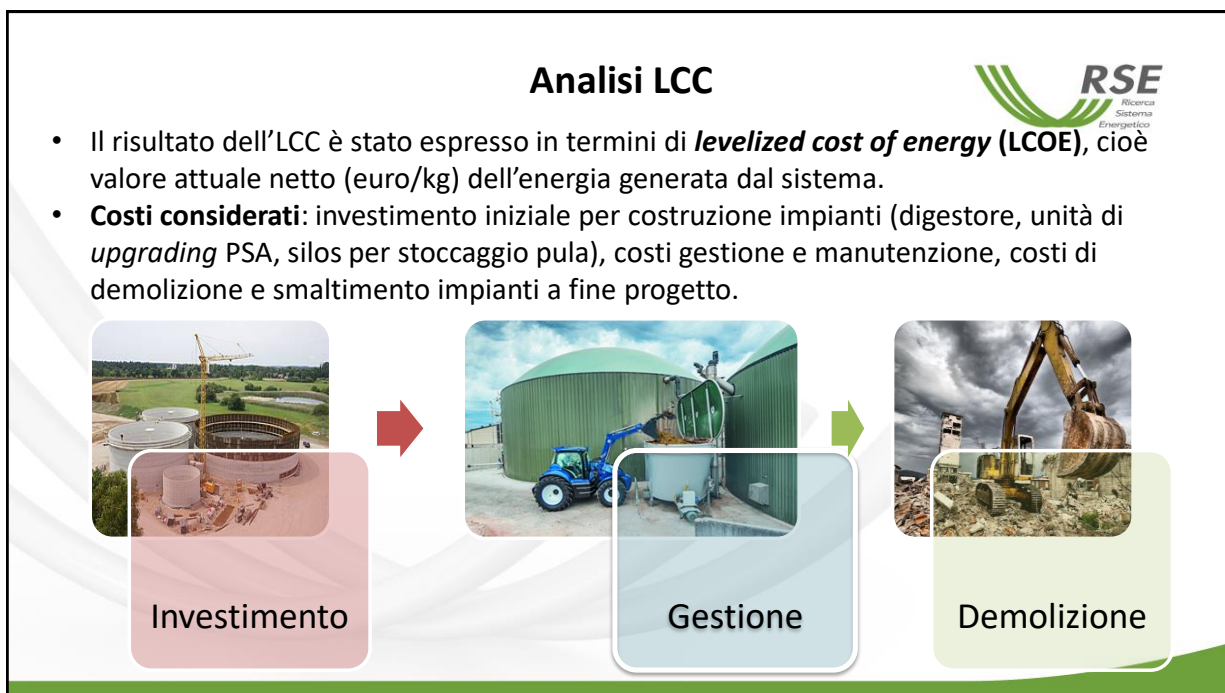
Anche considerando il valore minimo siamo fuori dal range di letteratura per la CO₂eq

Emissioni totali di gas serra del sistema in studio per m³ di BioH₂ prodotto, in funzione del consumo di elettricità dei sistemi di purificazione del tipo Pressure Swing Adsorption (PSA).

12



13



14

Risultati LCC



- Il costo di **13,39 euro/kg**, un valore più elevato di disteam reforming del metano e l'elettrolisi (se alimentata da rete).
- Il costo sale a **21,83 euro/kg** se si tiene conto anche della compressione del gas e del trasporto (superiore anche a quello dell'idrogeno prodotto da elettrolisi alimentata energia in surplus da impianti FV o eolici).
- Il costo è **comparabile** a quello dell'idrogeno da elettrolisi in piccoli impianti eolici o FV in condizioni ambientali sfavorevoli (*capacity factor* basso).



15

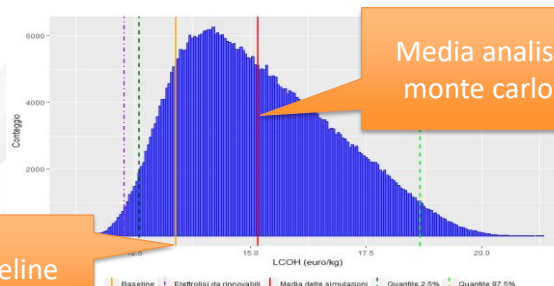
Risultati LCC



Incertezza modellata tramite l'analisi Monte Carlo.

- Prezzo dell'energia (euro/kWh) nel 2030
- Tasso di sconto
- Fabbisogno energetico dell'impianto di upgrading (kWh/m³)
- Costo d'investimento impianto di upgrading
- Costo di acquisto del digestore (euro/m³)

l'LCC unitario medio di **15,17 €/kg**, valore superiore a quello di riferimento e ai costi di produzione dell'idrogeno tramite altri sistemi commerciali



baseline

Media analisi monte carlo

16

Conclusioni



LCA (considerando prodotti evitati)

- NER buono rispetto a letteratura ;
- CLIMATE CHANGE circa 0,96 kg CO₂ eq per m³ di BioH₂ prodotto, (e meno della metà rispetto al processo di elettrolisi ed è comparabile allo steam reforming di gas naturale)
- Analisi di sensibilità_ gli impatti ambientali cambiano considerevolmente in funzione del tipo di fertilizzante considerato nel calcolo dei prodotti evitati.



LCC

- L'LCC unitario del processo di produzione di BioH₂ è 13,39 euro/kg
- Monte Carlo: l'LCC unitario medio di 15,17 €/kg, valore superiore a quelli di riferimento e ai costi di produzione dell'idrogeno tramite altri sistemi commerciali
- Il metodo di produzione di BioH₂ non è ancora in grado di essere competitiva dal punto di vista economico con le principali tecnologie attualmente in commercio.



17



Thanks for your attention

✉ pierpaolo.girardi@rse-web.it

18