

ISTITUTO  
DI MANAGEMENT



Scuola Superiore  
Sant'Anna

# Impatti economici, sociali e ambientali della filiera dell'idrogeno in Toscana





# Introduzione

L'utilizzo dell'idrogeno in ambito trasportistico è influenzato da complesse interazioni di aspetti tecnologici, economici, politici e sociali.

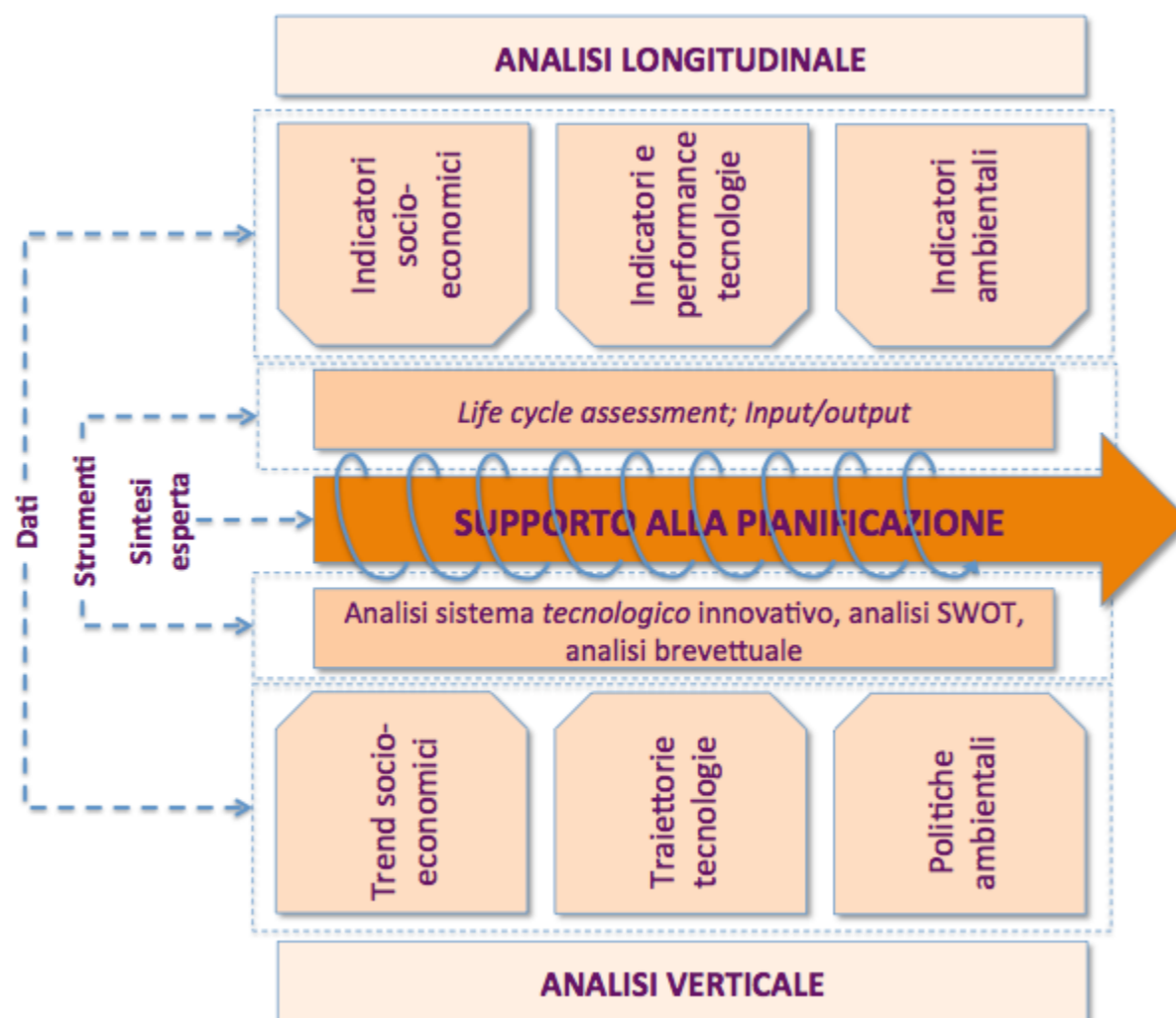
Un **sistema a idrogeno**, secondo una logica di *filiera*, prevede l'integrazione di diversi sotto-sistemi: produzione dell'idrogeno, trasporto/distribuzione, stoccaggio e utilizzo finale nel veicolo.

**Analisi delle dinamiche, delle componenti e dei fattori di influenza del sistema idrogeno** → facilitare decisioni di pianificazione energetica





# Schema della metodologia di indagine





# Unità di analisi

I confini dell'indagine sono stati definiti in coincidenza con la portata territoriale delle policy di settore, ossia a livello di **territorio regionale Toscano** e, in particolare, di **Sistema Economico Locale della Val d'Era** (SEL Valdera). Per ciò che riguarda le strategie di cooperazione inter-aziendale e il collegamento con altre iniziative connesse allo sviluppo degli utilizzi del vettore idrogeno, i confini dell'indagine sono stati allargati a **livello inter-regionale**





# Strumenti di analisi

Integrazione di 3 strumenti secondo le componenti del concetto di sostenibilità:

- ✓ **Valutazione del ciclo di vita (LCA)** → ricadute ambientali delle filiere proposte
- ✓ **Analisi Input-Output (IOA)** → quantificazione degli impatti economici
- ✓ **Analisi dei Sistemi Tecnologici Innovativi (TIS)** → comprensione dei meccanismi di sviluppo delle tecnologie emergenti

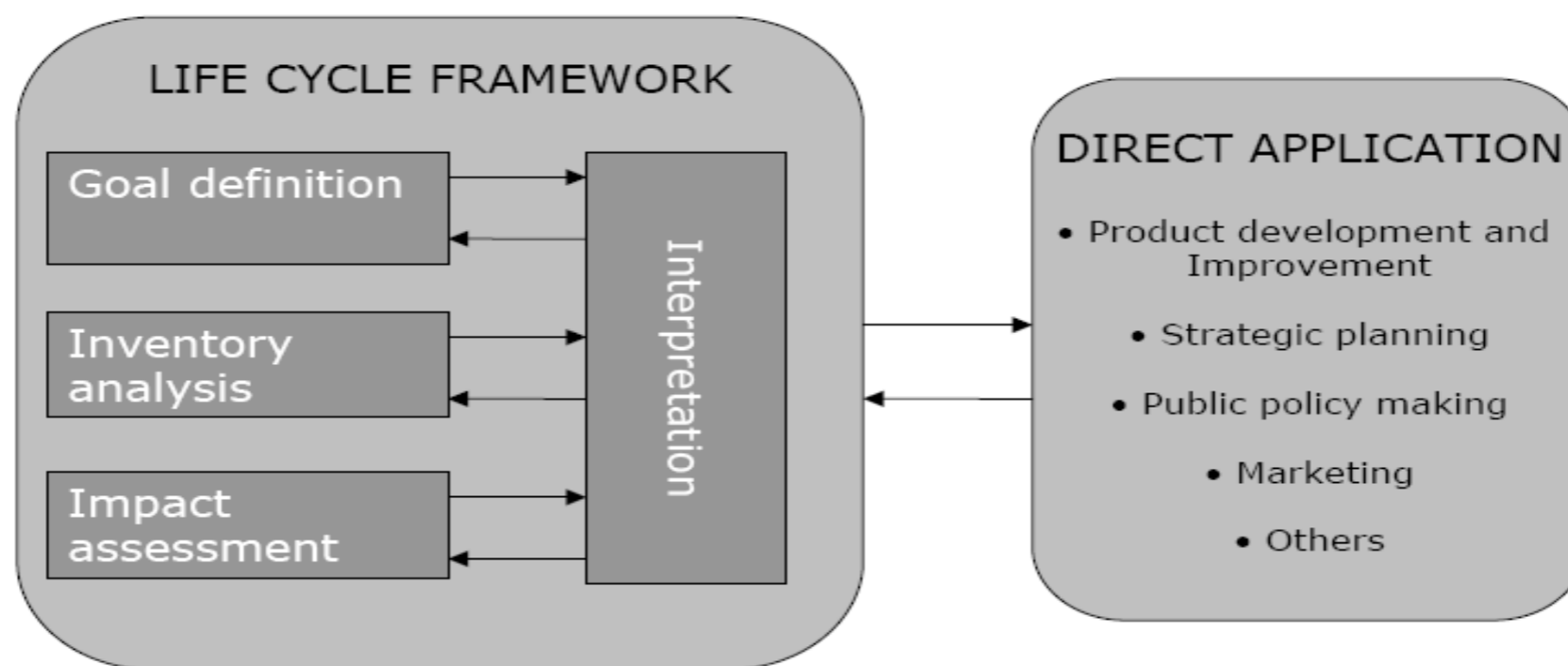




# Valutazione del Ciclo di Vita

**Valutazione globale** degli **aspetti ambientali** per misurare l'uso delle **risorse** e gli **impatti ambientali** di un **prodotto** o **servizio** lungo tutto il suo ciclo di vita: “dalla culla alla tomba”, ma anche di una **filiere**

Approccio **bottom-up**



Nel Progetto “Filiere Idrogeno”, l’LCA è usato per supportare la valutazione degli aspetti ambientali dell’utilizzo di veicoli terrestri a idrogeno, prodotto attraverso diverse filiere.



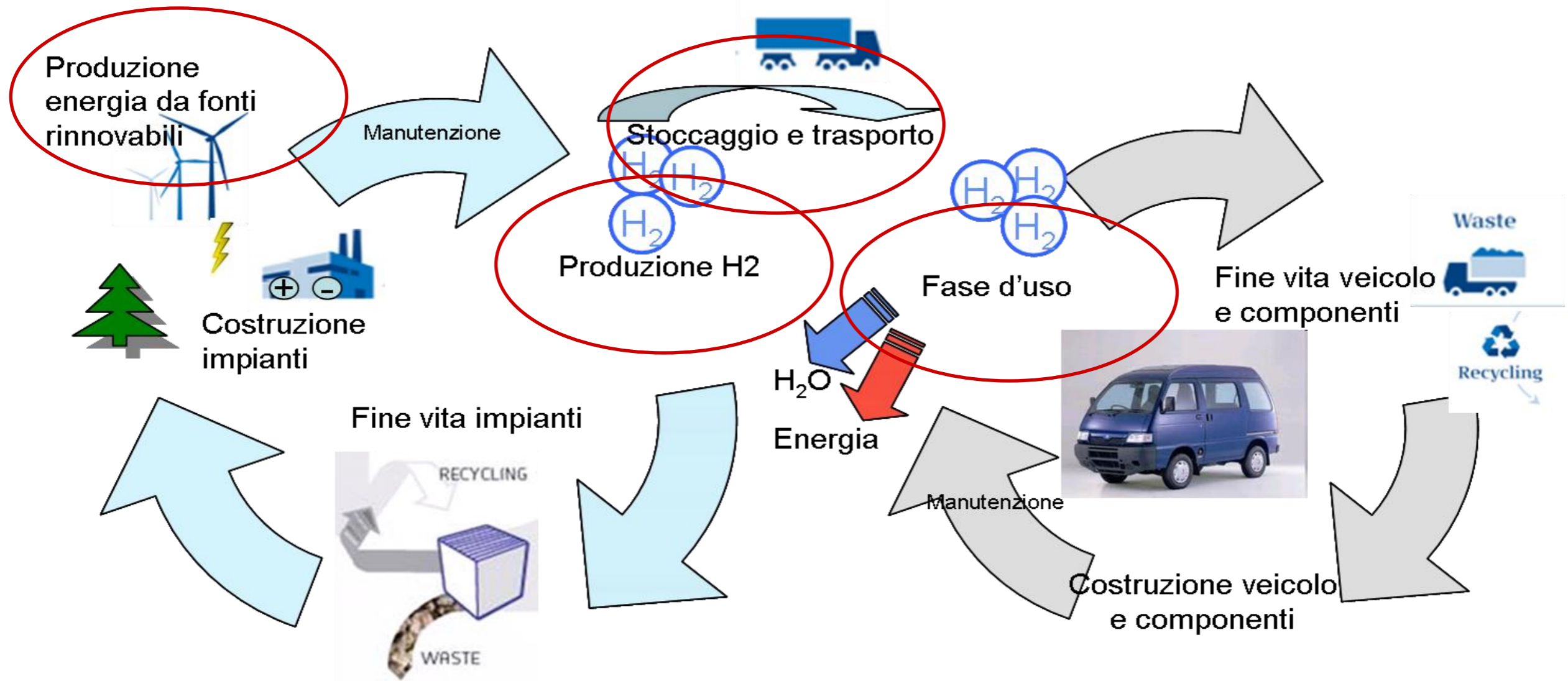
# Dimensione ambientale

- La valutazione degli aspetti ambientali è focalizzata sugli impatti connessi all'intero ciclo di vita del sistema idrogeno, dalla sua produzione all'utilizzo.
- Si sono valutate configurazioni del **sistema idrogeno basate su energie rinnovabili potenzialmente applicabili in Toscana, quale eolico e biomassa coltivata localmente, e sull'utilizzo di tecnologie, quali la fuel cell (FC) e il motore a combustione interna (ICE) per l'uso in veicoli terrestri**
- L'applicazione prescelta è un **porter per la consegna di merci in un centro urbano**: scenario limitato ma interessante come starter potenziale per l'introduzione dell'idrogeno nel settore trasportistico locale
- Analisi di benchmark sulla fonte energetica, con scenari basati sul mix energetico nazionale, piuttosto che sulla alternativa tecnologica (veicolo elettrico), consentono di effettuare una valutazione più completa.





# Fasi incluse nell'analisi LCA

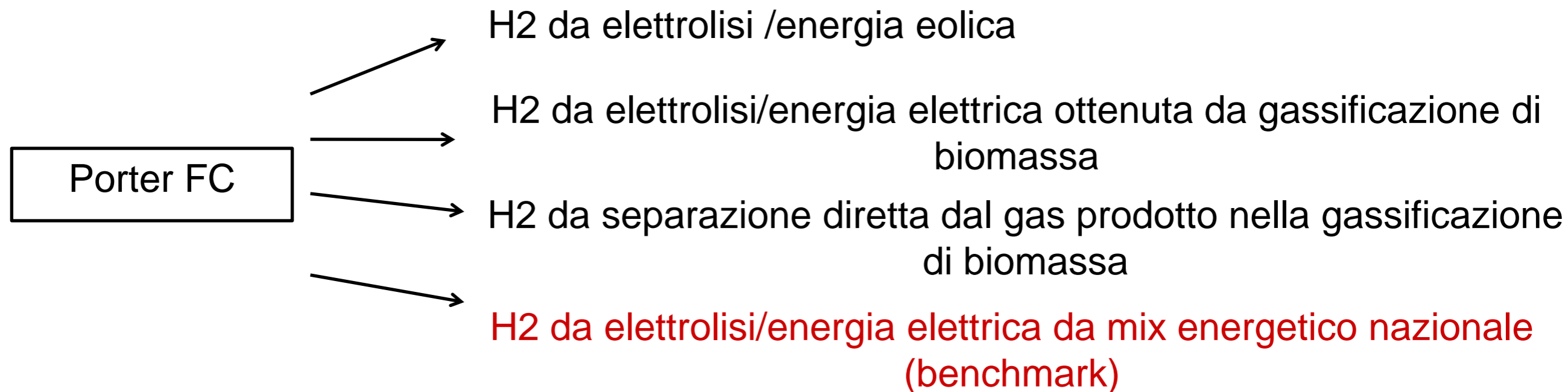




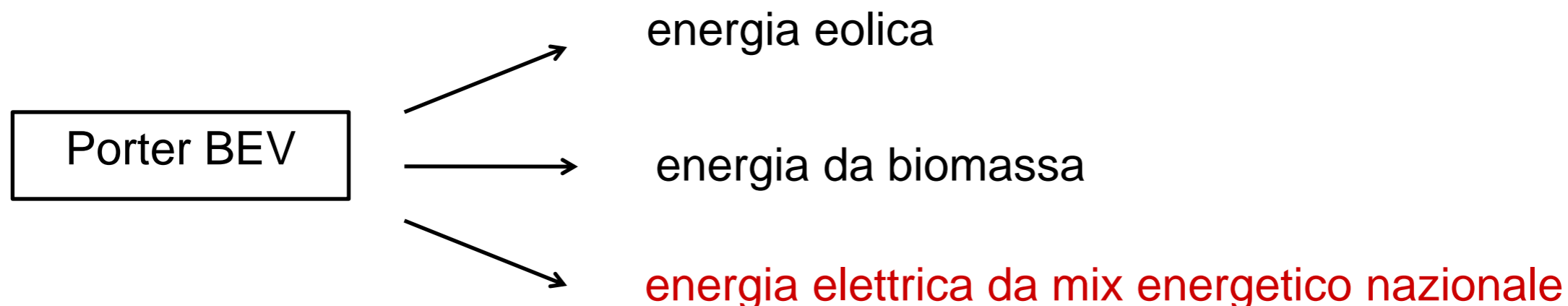


# Scenari valutati nell'analisi LCA

## *Scenari con veicoli a idrogeno*



## *Benchmarking con veicoli elettrici*





# Evidenze generali dell'analisi LCA

I diversi scenari analizzati presentano **performance ambientali simili**, tuttavia:

**Migliori performance ambientali con l'utilizzo di risorse rinnovabili** rispetto alle risorse non rinnovabili. (misurate con indicatori quali GWP, acidificazione, eutrofizzazione, consumo di fonti fossili non rinnovabili ecc.)

**Migliori performance degli scenari con veicoli elettrici rispetto ai veicoli a idrogeno:** oltre a una minor efficienza nella produzione di idrogeno si deve anche considerare la presenza della fase di trasporto, stoccaggio e distribuzione dell'idrogeno che contribuisce in maniera rilevante.

**Shift degli impatti tra le fasi del ciclo di vita nei diversi scenari:** a seconda della sorgente energetica utilizzata e della tipologia del veicolo (es. per i veicoli elettrici la costruzione e di manutenzione del veicolo hanno un impatto più significativo della fase di uso; al contrario per i veicoli a idrogeno la fase di uso è più rilevante)

In generale la LCA ci fornisce **utili informazioni per valutare la coerenza tra politiche energetiche locali con gli obiettivi di sostenibilità globale**, comunque da integrare con un'adeguata analisi socio-economica





# Impatti economici – Analisi input-output

**Stima impatti economici** diretti ed indiretti che la **produzione** o la **domanda** di un **settore economico** ha sugli altri settori e sul **resto dell'economia**

Approccio **top-down**

**Non** considera i **cambiamenti tecnologici**, gli **effetti di sostituzione delle importazioni**, i **cambiamenti tra i prezzi relativi** e **limiti della capacità produttiva**





# Dimensione economica

Impatti della costruzione di una rete di distribuzione con un distributore di H2 ogni due di metano: Totale 45 distributori

| Descrizione       | Effetto Totale (€) |
|-------------------|--------------------|
| Domanda diretta   | 17.100.000         |
| Regionale         | 11.790.000         |
| Extra-regionale   | 5.310.000          |
| Domanda indiretta | 11.983.099         |
| Regionale         | 3.579.958          |
| Extra-regionale   | 7.503.141          |
| Domanda totale    | 28.183.099         |
| Regionale         | 15.369.958         |
| Extra-regionale   | 12.813.141         |

- Investimento iniziale contenuto: dilemma se prima la rete di distribuzione o prima i veicoli di poca importanza
- Moltiplicatore investimenti regionali inferiore a 1





# Analisi dei Sistemi Tecnologici Innovativi

Fornisce **visione delle dinamiche dei processi di sviluppo delle tecnologie emergenti** identificando elementi strutturali (attori, network e istituzioni) e delle funzioni del TIS.

Impiega **varie fonti informative: analisi delle dinamiche brevettuali** delle tecnologie connesse all'idrogeno, **analisi SWOT** relativa al potenziale sviluppo di una filiera delle tecnologie del vettore idrogeno e **interviste ad esperti**

Non impiega un insieme standardizzato di indicatori per valutare le funzioni associate ai sistemi innovativi, ma li desume durante l'analisi



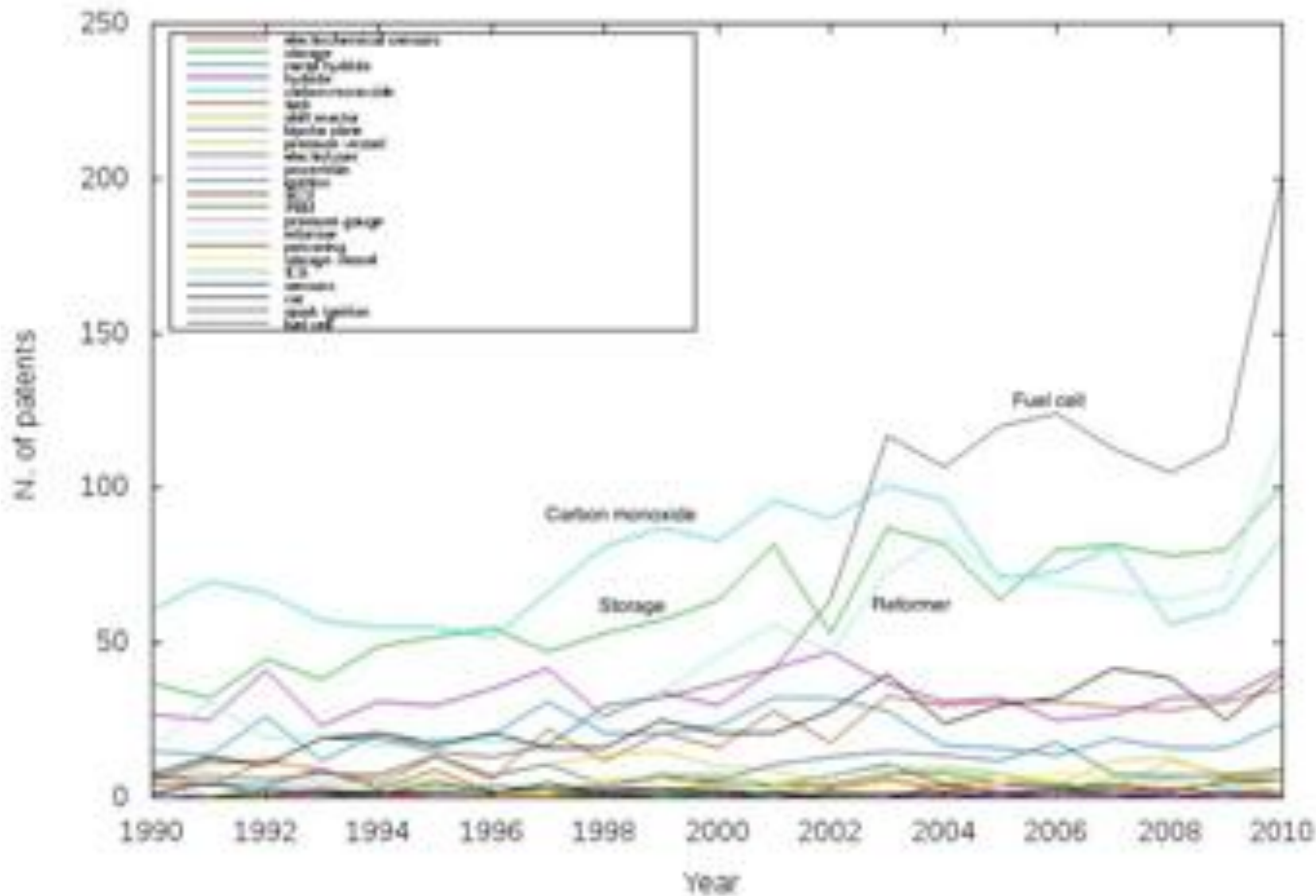


# Dimensione tecnologica

- ✓ L'analisi del TIS ha lo scopo di **fornire ai decisori politici delle indicazioni strategiche per la definizione di obiettivi e di azioni** per sostenere lo sviluppo delle tecnologie connesse al vettore idrogeno nel settore automotive
- ✓ Sono stati coinvolti sia gli **attori** con elevate **competenze nelle tecnologie dell'idrogeno e nelle applicazioni in campo industriale**, sia **attori** con elevate **competenze nel settore automotive** localizzati nel **territorio toscano** e in alcuni casi **nazionale**. In particolare: **imprese** e **mondo della ricerca**.
- ✓ Le imprese sono state sottoposte a una **serie di interviste**, mentre i soggetti appartenenti al mondo della ricerca hanno partecipato ad un'**analisi SWOT** per valutare il potenziale sviluppo di una filiera idrogeno a livello di regione Toscana.
- ✓ La visione di un contesto più ampio in cui inserire l'operato degli attori del TIS è fornita dall'analisi delle **dinamiche brevettuali** delle tecnologie connesse al vettore idrogeno nel settore automotive a livello mondiale.



# Andamento brevetti (parole nell'abstract)





## Dimensione tecnologica: principali evidenze emerse

- ✓ **Imprese**, analizzate secondo ottica di filiera, hanno competenze consolidate nello sviluppo di **innovazioni incrementali** per il proprio settore (soprattutto manifatturiero). Hanno difficoltà a supportare lo sviluppo di tecnologie dell'idrogeno nel lungo periodo a causa di:
- *scarsa capacità di pianificazione delle attività innovative nel lungo periodo,*
  - *scarso ricambio generazionale,*
  - *limitato impiego di risorse umane laureate in discipline tecnico-scientifiche,*
  - *assenza di competenze per alcuni tasselli critici ai fini dello sviluppo della filiera idrogeno (bombole, compressori, ecc.),*
  - *difficoltà nello sviluppo di un'offerta su commessa evoluta,*
  - *scarsa propensione all'internazionalizzazione,*
  - *funzione logistica e commerciale poco evoluta e*
  - *scarso spirito collaborativo con altre imprese del territorio*
- Reale contributo allo sviluppo delle tecnologie dell'idrogeno nel settore nautico e alla purificazione dell'idrogeno ottenuto da cicli produttivi tradizionali (raffinazione petrolio)





## Dimensione tecnologica: principali evidenze emerse

- ✓ **Centri di ricerca e Università** per l'attività di ricerca sulla produzione dell'idrogeno e sui materiali di stoccaggio dell'idrogeno in Toscana → ci sono limiti tecnologici nell'impiego dell'idrogeno come vettore energetico e necessità di continuare l'attività di R&S in un'ottica di lungo periodo
- ✓ **Reti di collaborazione "temporanee"** (su progetti finanziati) con centri di ricerca, altre imprese di settori complementari e amministrazioni pubbliche non solo in Toscana e in Italia ma anche in altri paesi europei. → *incremento competenze tecnico-scientifiche e contesto normativo favorevole, ma risultati raramente sfruttabili commercialmente e mancanza di reti più strutturate* causa scarsa attitudine alla condivisione di obiettivi, ruoli e valori culturali tra imprese e mondo della ricerca





## Dimensione tecnologica: principali evidenze emerse

- ✓ **Contesto socio-economico e normativo** non favorevole, ma presenza di fattori che in passato hanno permesso la concentrazione di competenze nell'ambito delle tecnologie dell'idrogeno es. Elettrolizzatori area Pisa-Livorno
- ✓ **Sistema** in fase di *formazione*
- ✓ **Indicazioni di policy**: formalizzazione di obiettivi e di ruoli nel medio-lungo periodo da parte delle imprese, del mondo della ricerca e delle istituzioni a livello regionale e nazionale → **roadmap** per il supporto alla R&S nelle tecnologie per l'applicazione dell'idrogeno nel settore automotive e in quelli ad esso correlati e attrazione sul territorio di grandi investimenti, ma anche **attrazione di investimenti di grandi imprese multinazionali**



# Conclusioni

- ✓ Strutturazione di una locale filiera dell'idrogeno non è una opzione utilmente percorribile nel breve periodo, ma non deve essere abbandonata
- ✓ Area di riferimento ha un elevato potenziale dovuto alla presenza di risorse locali (favorevole collocazione logistica, elevata concentrazione di competenze manifatturiere di elevato livello, presenza di un importante polo universitario e della ricerca, disponibilità di ampia varietà di fonti energetiche rinnovabili, la vicinanza a numerosi poli produttivi potenzialmente interessati alle tecnologie dell'idrogeno)
- ✓ Collaborazioni tra il mondo della ricerca e le imprese per lo sviluppo di tecnologie connesse al vettore idrogeno favoriscono importanti spill-over di conoscenza.





# Conclusioni

- ✓ Non si deve disperdere il tessuto di imprese esistente senza applicare logiche assistenzialistiche
- ✓ Uno scenario di diversificazione in produzioni di nicchia nel settore idrogeno (e.g. settore nautico, domotico e camperistico, etc.), potrebbe dunque limitare l'attuale dipendenza delle imprese locali dalle sole strategie del settore automotive



