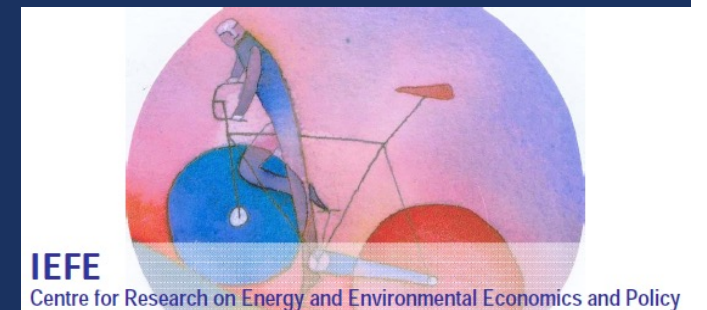


MODELLI E SCENARI: IL LAVORO DI IEFE

FEDERICO PONTONI, IEFE - UNIVERSITÀ BOCCONI E UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO



STRUTTURA DELLA PRESENTAZIONE

INTRODUZIONE: IEFE E I SUOI MODELLI

Presentazione di LEAP

SECONDA PARTE: SCENARI DI EFFICIENZA ENERGETICA E SIMULAZIONE DELLE BARRIERE

Obiettivo del progetto europeo

Principali assumptions degli scenari italiani

Risultati

Policy implications

TERZA PARTE: SCENARI DI OTTIMIZZAZIONE DELLA GENERAZIONE ELETTRICA

Obiettivo del progetto

Principali assumptions degli scenari italiani

Risultati

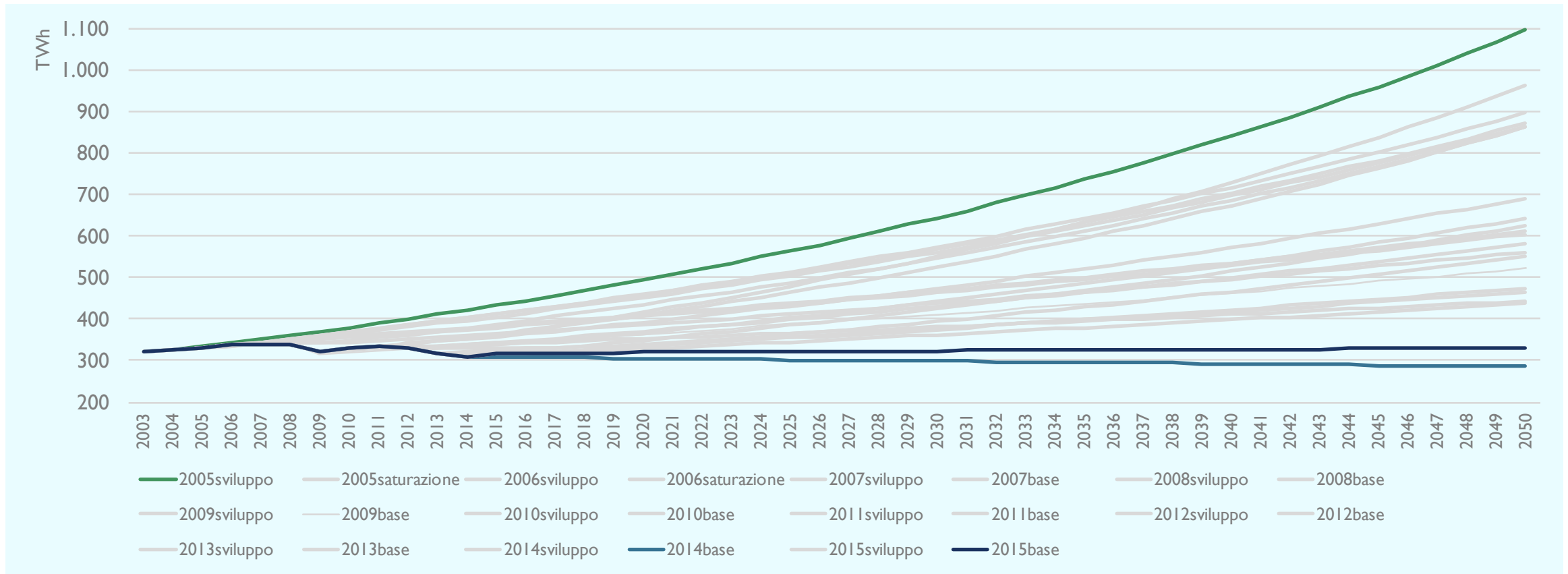
Policy implications

CONCLUSIONI

- Il più longevo Centro Universitario di ricerca sull'economia dell'energia e dell'ambiente, fondato nel 1957: siamo degli splendidi sessantenni!
- IEFE ha sempre elaborato scenari e quindi vanta, da molto tempo, successi notevoli (così anche come clamorose topiche, soggette a damnatio memoriae)
- Attualmente abbiamo due linee di ricerca che riguardano la modellizzazione:
 - Una su modelli CGE a scala globale, con specifici moduli energetici e ambientali:
 - Prof.sa Bosetti, in collaborazione con FEEM, modello WITCH e successivi sviluppi
 - Prof. Roson, in collaborazione con la World Bank, modello ENVISAGE
 - Una su modelli bottom-up (ibridi) a scala nazionale e locale con forte disaggregazione tecnologica e settoriale
 - Prof. Croci, modello LEAP applicato ad efficienza energetica e trasporti in tutti i settori
 - Io, modello LEAP applicato a scenari di generazione elettrica
- Il resto della presentazione sarà incentrato sui modelli bottom-up

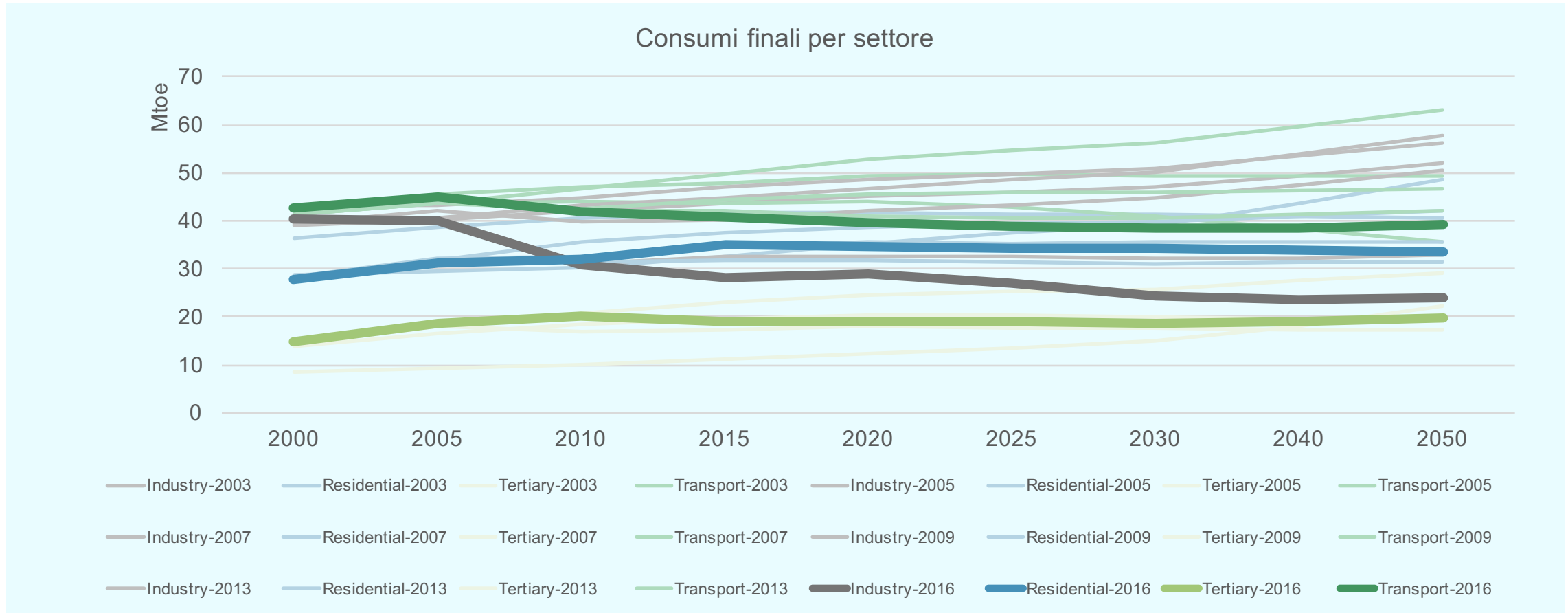
IEFE: OBIETTIVO DEI NOSTRI SCENARI

- Riuscire a fare meglio di Terna! (Scherziamo ovviamente), o quantomeno evitare di fare previsioni!



IEFE: OBIETTIVO DEI NOSTRI SCENARI

- Ci accontenteremmo di fare meglio di Primes! (Scherziamo anche qui)



L'ANALISI DI SCENARIO PER IEFE

- *Scenario* - a description of what could possibly happen (Google)
- Scenario vs Projection vs Prediction vs Forecast vs Outlook
- Prediction vs Projection
- *Prediction* – a (probabilistic) statement that something will happen in the future
- *Forecast* – “best” prediction (while sometimes used in the same way as prediction – “ensemble forecasts”).
- *Projection* – a (probabilistic) statement that something could happen under some conditions (“if-then”).
- *Scenario* – projection of what *could* happen and not prediction of what *will* happen.

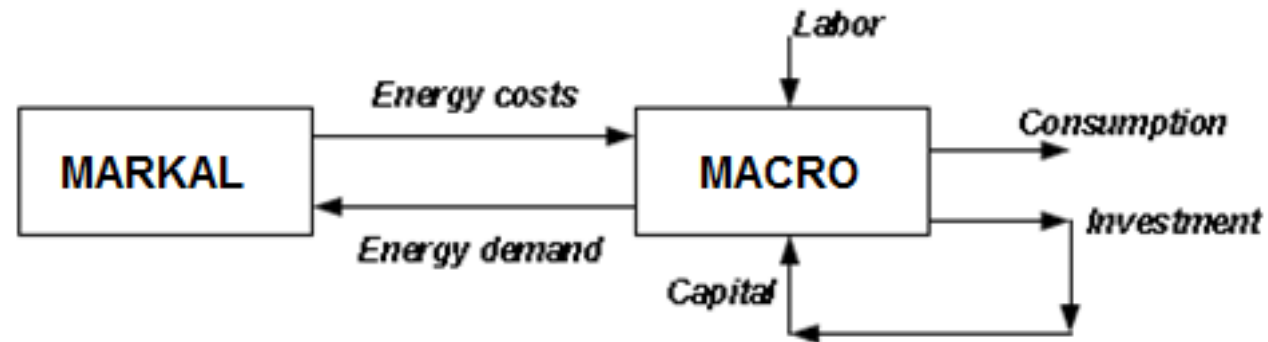
Slide rubata al prof. Paltsev del MIT

LEAP

- LEAP è un modello elaborato dallo Stockholm Environmental Institute (SEI) per modellizzare accuratamente tutti gli usi e le tecnologie energetiche in tutti i settori (residenziale, commerciale, industriale, agricolo e nel settore dei trasporti), le trasformazioni delle fonti energetiche
 - LEAP include relazioni econometriche per determinare tassi di sostituzione fra tecnologie e risolve problemi di ottimizzazione dei costi
 - Infine, consente di simulare l'effetto di *policy* o forzare la penetrazione di determinate tecnologie
- Nel tempo, sono stati aggiunti moduli che consentono di meglio modellizzare la domanda energetica, in un approccio più integrato
- la necessità di legare i due tipi di approcci nasce dal fatto che, nei puri modelli «bottom-up» non è garantito che si ottenga una «corretta» relazione fra domanda e prezzo
- Pertanto, si legano due moduli che, in maniera iterativa, portano a soluzioni più coerenti. Con tale approccio, c'è sempre un algoritmo che risolve a favore di un modello eventuali conflitti. Vigge pertanto una gerarchia

LEAP E I MODELLI IBRIDI

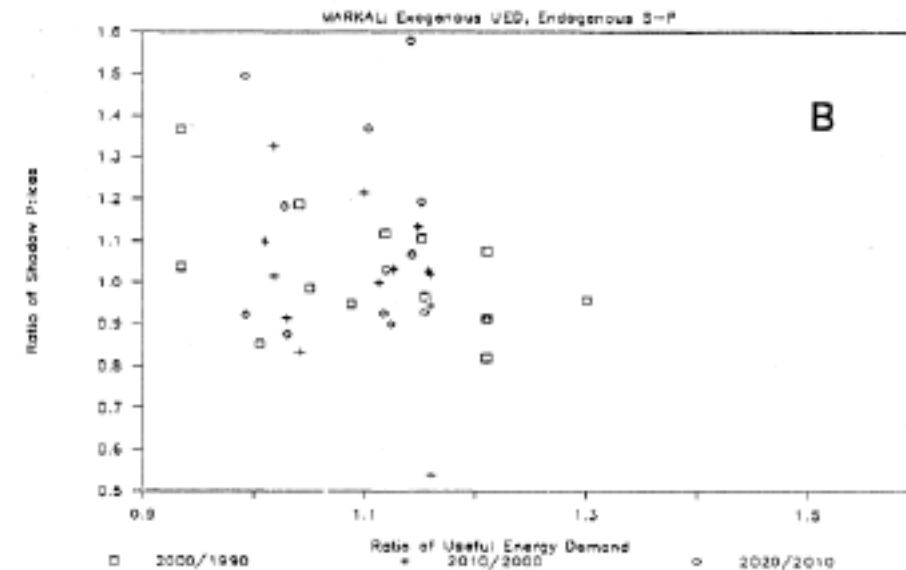
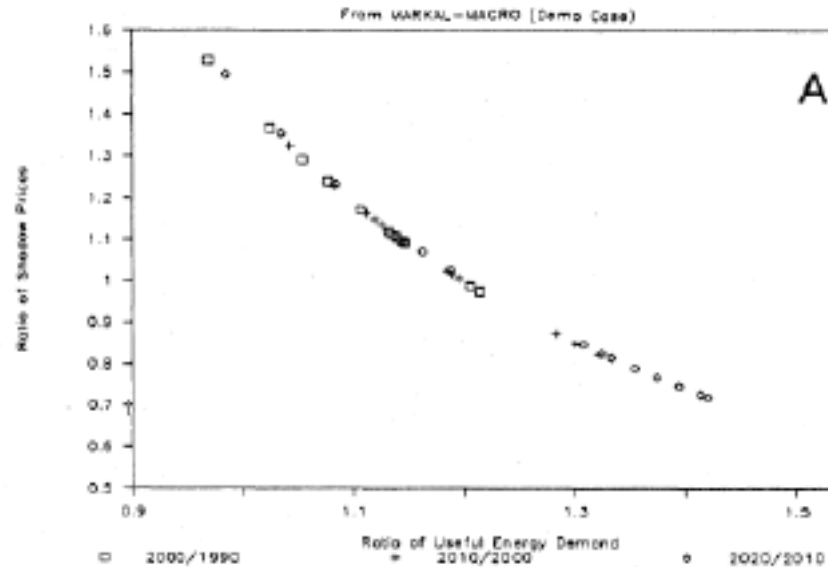
- Qui di seguito presentiamo uno schema logico semplificato di congiunzione dei due approcci:
 - Il modello «bottom-up» MARKAL definisce il mix di fonti energetiche e i costi; il modello MACRO definisce la domanda aggregata (fra cui anche quella di energia) in base anche ai costi delle fonti energetiche; tale domanda è nuovamente inserita in MARKAL, che, iterativamente, definisce una seconda soluzione ottima in base alla nuova domanda



Integrazione fra modelli bottom-up e modelli top-down

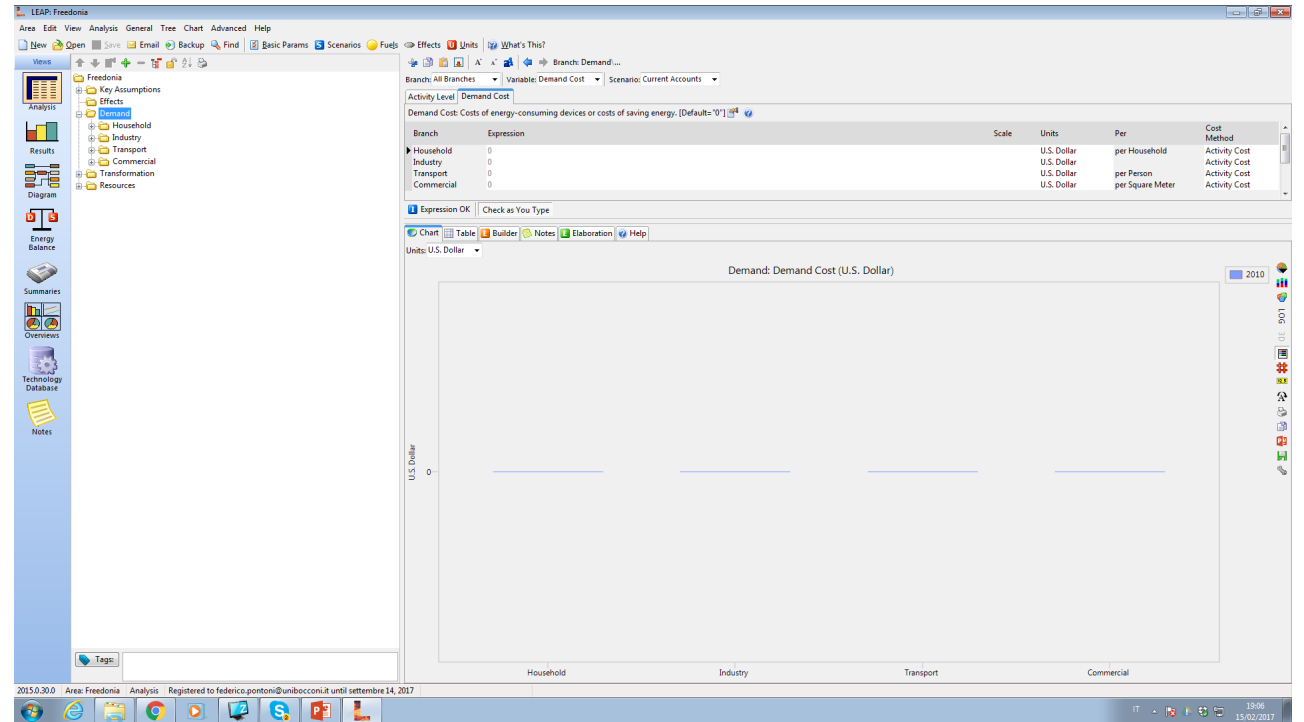
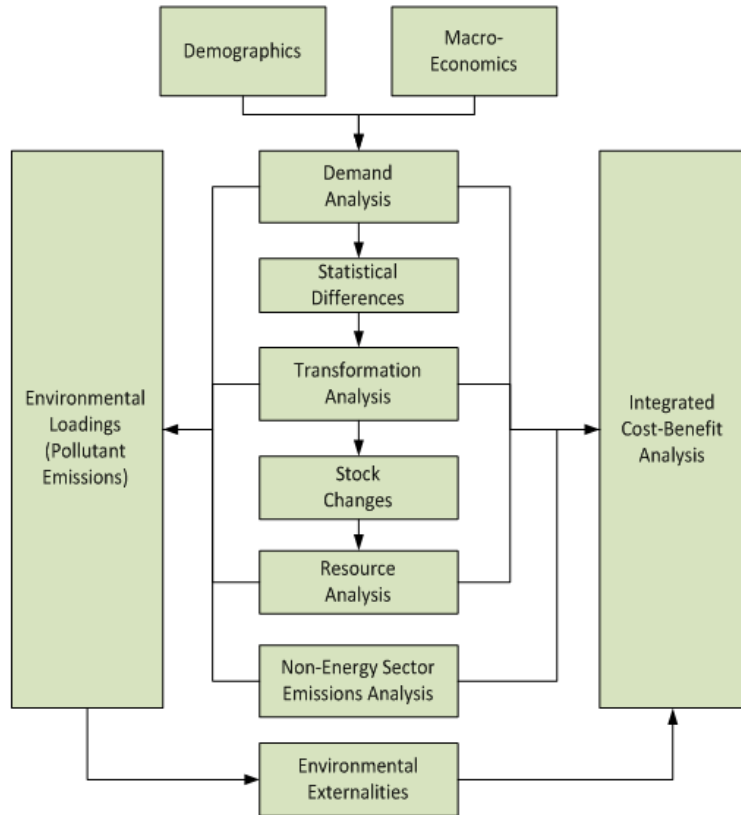
LEAP E I MODELLI IBRIDI

- Di seguito, presentiamo l'effetto dell'integrazione fra modelli «top-down» e modelli «bottom-up»



- Come si evince dai grafici sopra presentati, nel caso B non vi è alcuna correlazione fra i prezzi delle fonti energetiche (asse delle ordinate) con la domanda di energia (asse delle ascisse); per contro, nel caso A, emerge una curva di domanda con caratteristiche ben definite

LEAP: DIAGRAMMA DI FLUSSO E HOMEPAGE



SCENARI DI EFFICIENZA ENERGETICA NEL SETTORE RESIDENZIALE

PROGETTO HERON – FINANZIATO NELL'AMBITO DEL PROGRAMMA HORIZON 2020

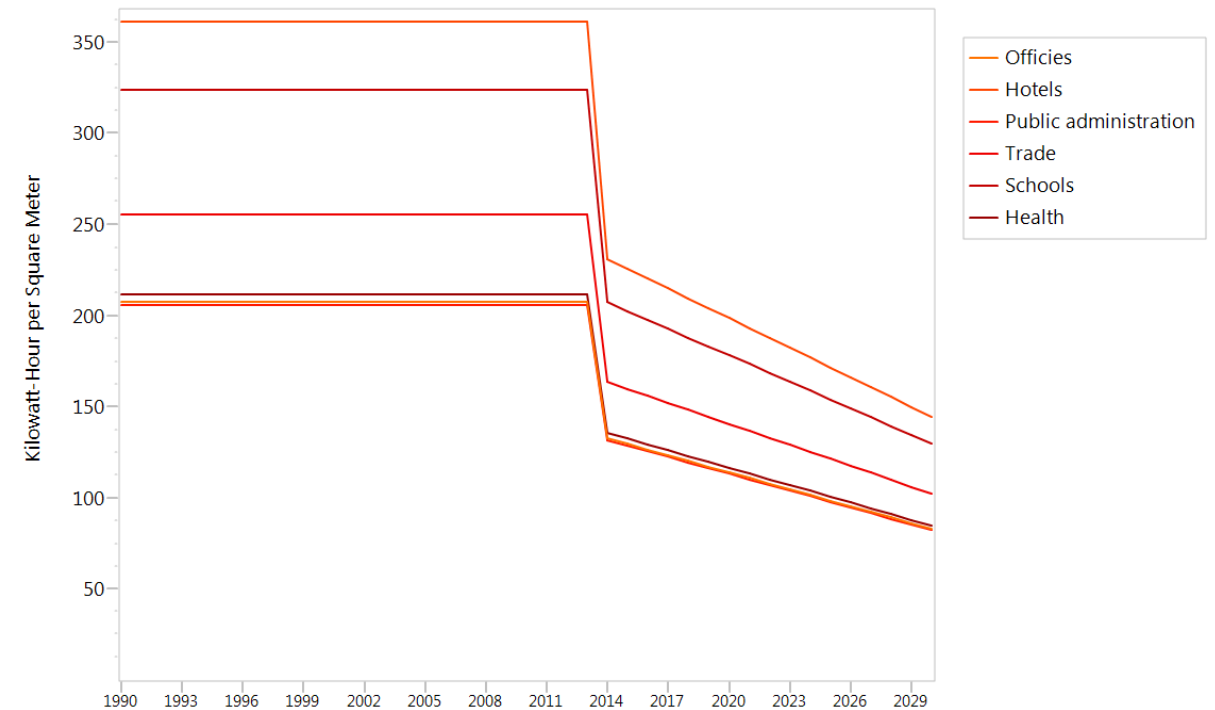
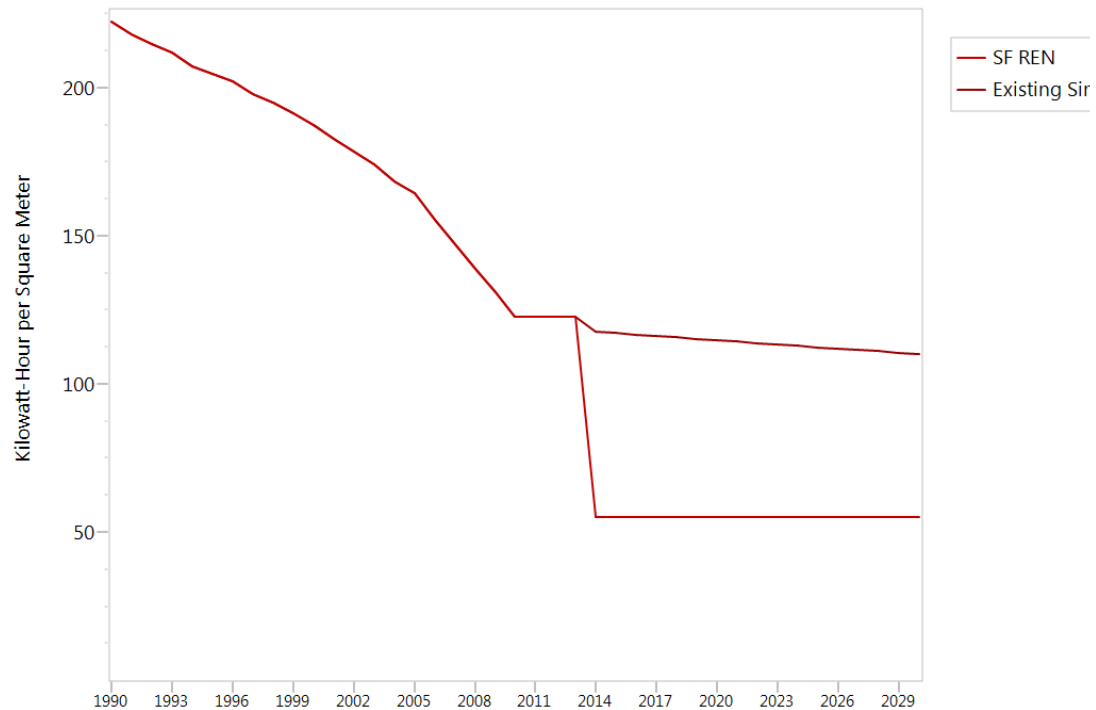
OBIETTIVO DEL PROGETTO EUROPEO

- Consentire la modellizzazione degli impatti delle barriere sociali e comportamentali all'adozione di tecnologie per l'efficienza energetica al fine di elaborare delle policy effettivamente in grado di tener conto (e superare) tali barriere
- Per fare ciò è stato necessario (provare a) quantificare dati qualitativi riguardanti le barriere degli utenti finali all'adozione di tecnologie e modalità di consumo efficienti
- Metodologia completa del progetto
 - *Step 1:* Mapping, categorization and merging behavioral barriers
 - *Step 2:* Development of the AHP tree and matrices
 - *Step 3:* Calculation of weight coefficients
 - *Step 4:* Definition and calculation of Impact Factors (I) of barriers
 - *Step 5:* Linkage of Impact factors with input drivers
 - *Step 6:* Incorporation of the Total Impact factors in the forward-looking EE modelling

COSTRUZIONE DEGLI SCENARI ITALIANI NEL SETTORE RESIDENZIALE

- E' stato costruito un database che ci ha consentito di modellizzare tutti i consumi energetici delle famiglie, differenziando le diverse tipologie di edifici per tenere conto dei loro consumi specifici
 - Abbiamo raccolto i dati storici dei diversi usi, delle fonti energetiche utilizzate per coprire tali usi, dell'efficienza delle varie tecnologie e del tasso di rifacimento e di sostituzione degli immobili
- Per gli scenari futuri, si sono simulati tassi di penetrazione delle seguenti tecnologie:
 - Rifacimento del cappotto termico degli edifici
 - Adozione di sistemi efficienti di riscaldamento
 - Adozione di sistemi di raffrescamento
 - Adozione di apparecchi più efficienti (cucine, elettrodomestici bianchi, sistemi di intrattenimento)
 - Adozione di sistemi di illuminazione efficiente
- Per ciascuna tecnologia sono stati poi simulati gli impatti delle barriere al tasso di penetrazione potenziale
- Il passo successivo sarà elaborare vere e proprie funzioni di costo (e non solo incrementi one-shot) che modifichino la convenienza relativa delle diverse tecnologie nel tempo

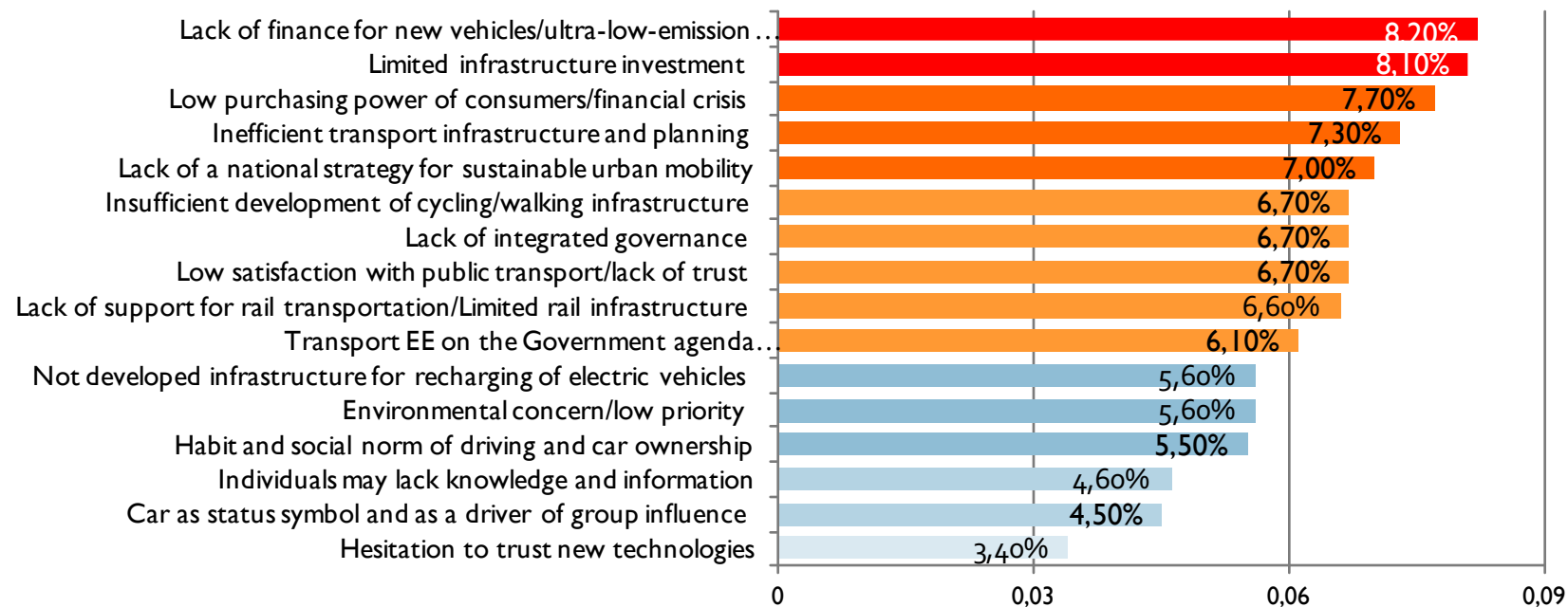
ESEMPIO DI EVOLUZIONE DELL'EFFICIENZA PER IL RISCALDAMENTO



LA RILEVAZIONE DELLE BARRIERE

Per identificare le barriere più importanti in ogni settore nel suo insieme, sono state selezionate solo le risposte relative a barriere con "alta rilevanza" e sommate per ottenere il numero totale di rispondenti in tutti gli 8 paesi.

Successivamente è stata calcolata la quota per ogni opzione di risposta, inserendo quest'ultima in un grafico a barre:

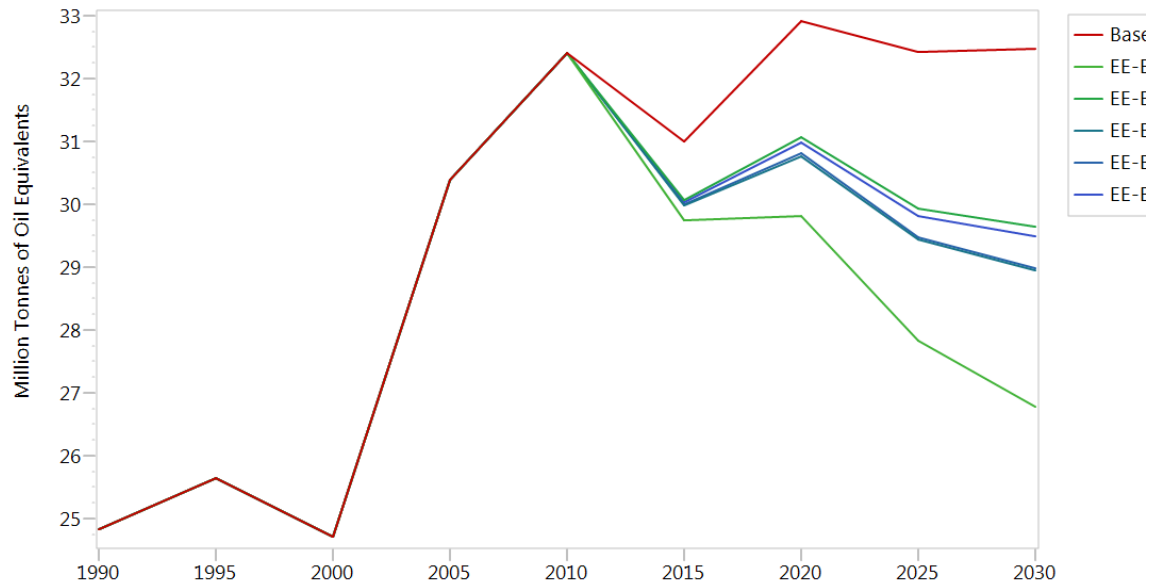


LE BARRIERE CON ALTA RILEVANZA IN ITALIA

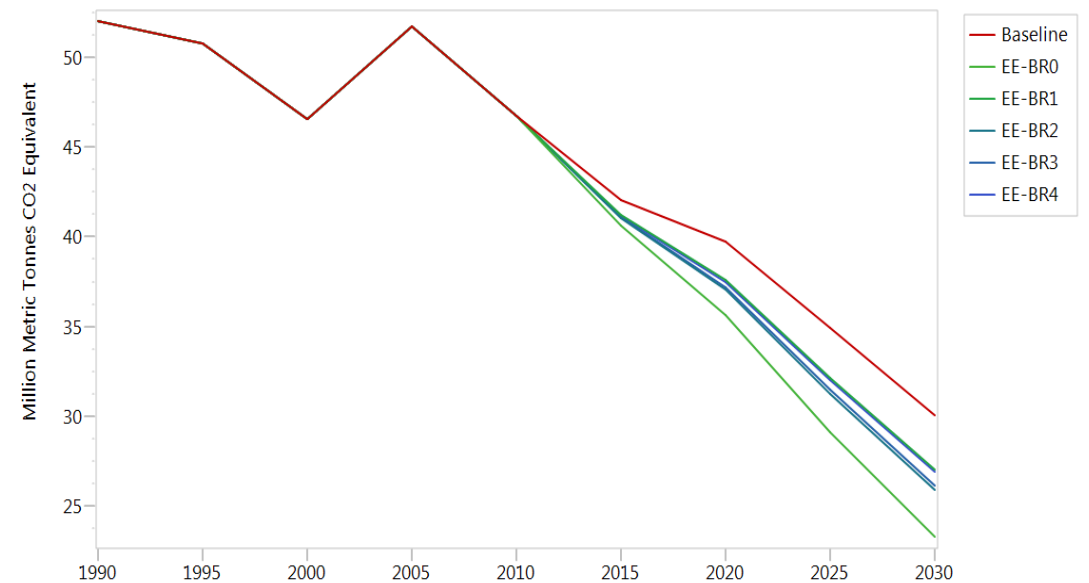
Tecnologie/settore	Barriere
Rivestimenti e materiali	<ul style="list-style-type: none"> • Mancanza di interesse, sottovalutazione dei benefici di EE, influenza dei gruppi sociali. • Rischio finanziario elevato.
Pompe di calore	nessuna
Illuminazione LED	nessuna
Elettrodomestici più efficienti (classe A++, A+++)	<ul style="list-style-type: none"> • Mancanza di interesse, sottovalutazione dei benefici di EE • Difficoltà nel reperire informazioni tecniche affidabili • Difficoltà nell'utilizzo delle tecnologie • Timore di diffusione dei dati di consumo individuali

RISULTATI: CONSUMI ED EMISSIONI NEL SETTORE RESIDENZIALE

Energy Demand Final Units
All Fuels, All Tags

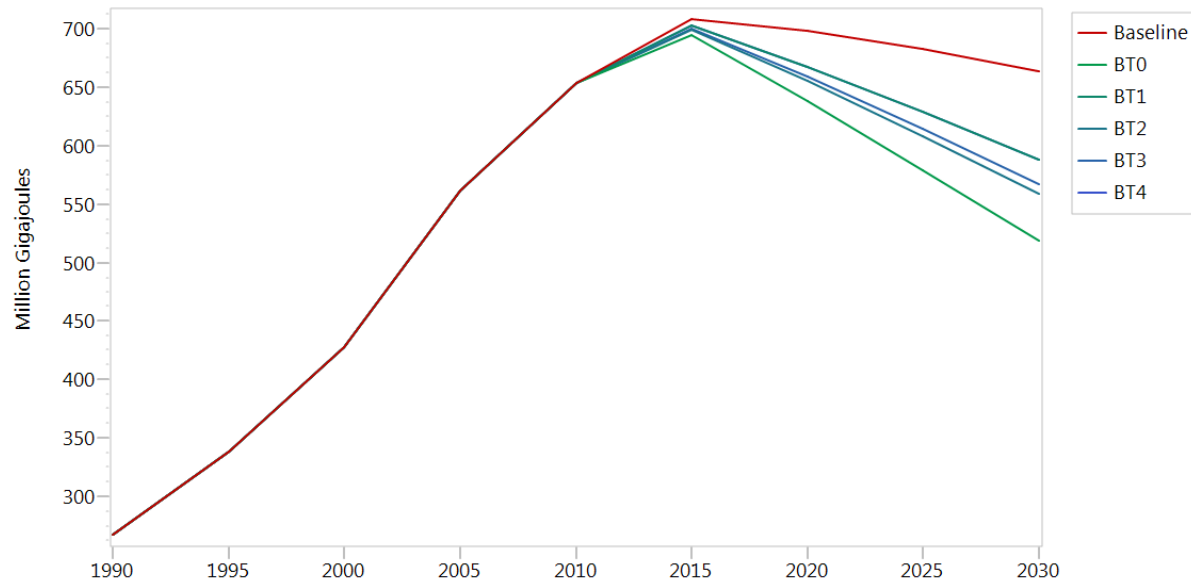


100-Year GWP: Direct (At Point of Emissions)
All Fuels, All GHGs, All Tags

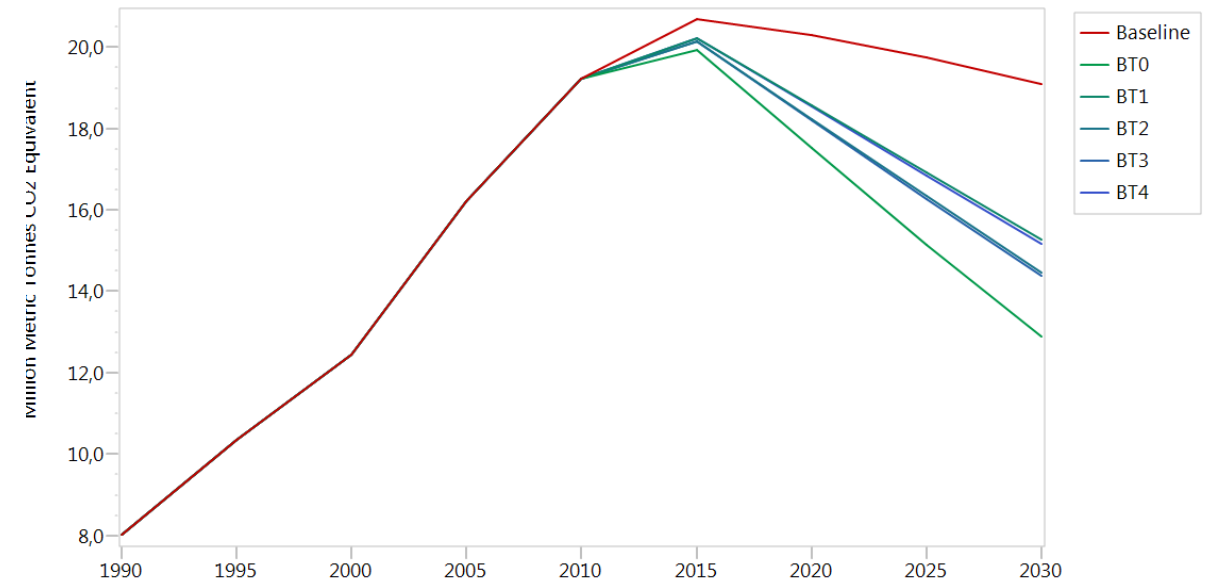


RISULTATI: CONSUMI ED EMISSIONI NEL SETTORE COMMERCIALE

Energy Demand Final Units
All Fuels



One_Hundred Year GWP Direct At Point of Emissions
All Fuels, Effects



IMPLICAZIONI DI POLICY

- In the building sector, the adoption of cost-effective technologies, even without further supporting policies should be enough to meet EE targets. **As our analysis shows, though, barriers impede the penetration of these technologies. People perceive adoption costs, which “artificially” increase the cost of these EE technologies. Hence, there is the need to introduce specific policies aimed at reducing those “transaction costs”.**
- **In particular, barriers increase by more than 5% energy consumption in the residential sector and by more than 7% in the tertiary sector. Hence, barriers do not allow the residential sector to achieve its target by 2020.** On the other hand, they still allow the tertiary sector to achieve its targets as it is performing much better than the forecasts that were used when targets were set.
- All minimization scenarios are effective in smoothing the effect of the barriers. Not surprisingly, the scenario that focuses on minimizing the barriers for the “building shell improvement” technologies is the most effective in terms of EE results. BSI technologies are responsible for more than 50% of the expected savings and together with efficient heating technologies and heat pumps they are expected to contribute more than 90% to the overall targets.

SCENARI DI GENERAZIONE ELETTRICA AL 2050

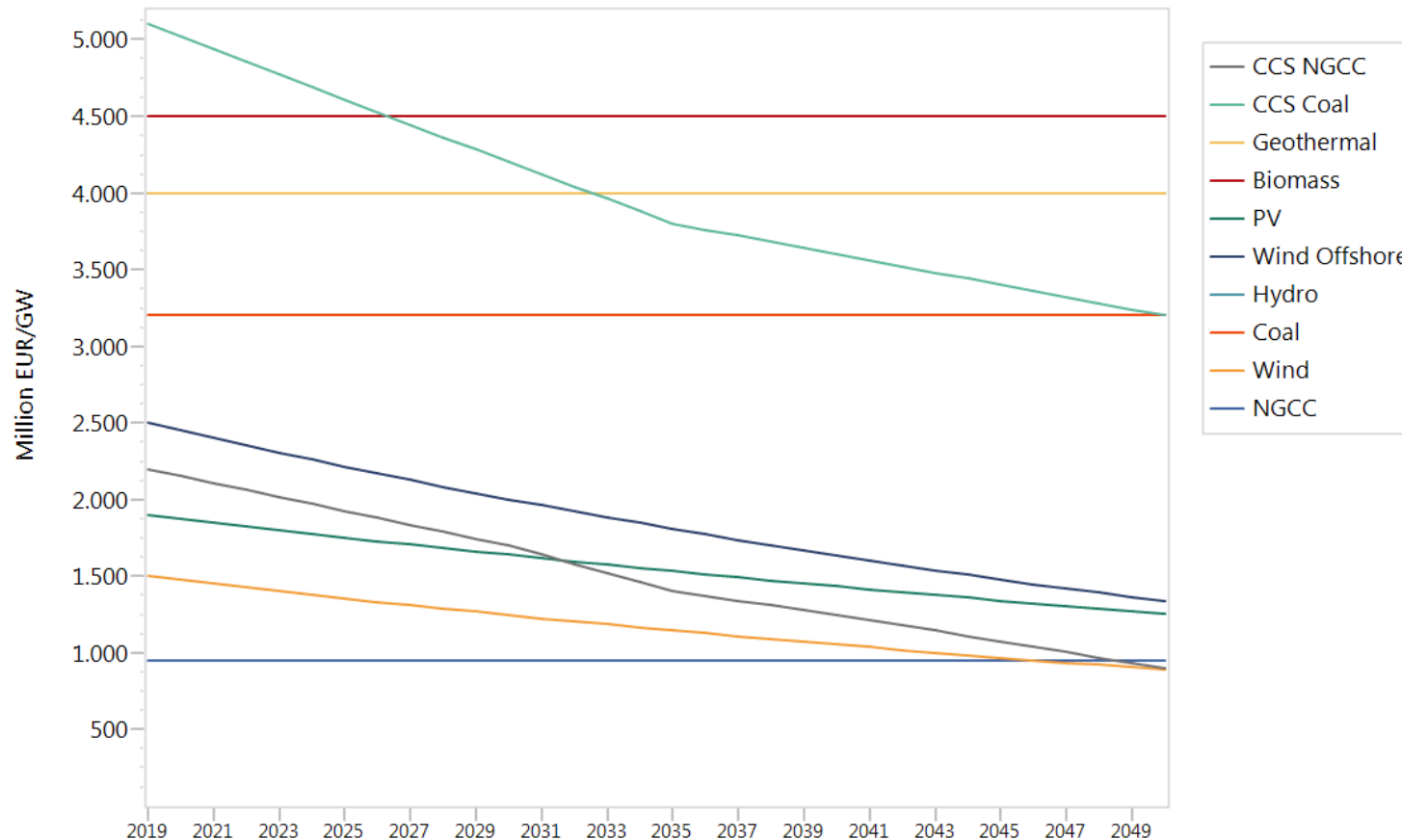
PROGETTO DI RICERCA FINANZIATO DA SOTACARBO

OBIETTIVO DELL'ANALISI DI SCENARIO

- Obiettivo dell'analisi è determinare l'evoluzione ottimale del mix italiano di generazione al 2050
- In modo particolare, abbiamo elaborato degli scenari che consentono di valutare il livello di penetrazione delle varie tecnologie carbon-free (fotovoltaico, eolico e CCS) a seconda dei differenti obiettivi ambientali e delle differenti traiettorie di costo
- Fra i vari scenari elaborati, ne abbiamo definito uno che riproduce le migliori condizioni per l'adozione di impianti CCS con gas naturale e carbone

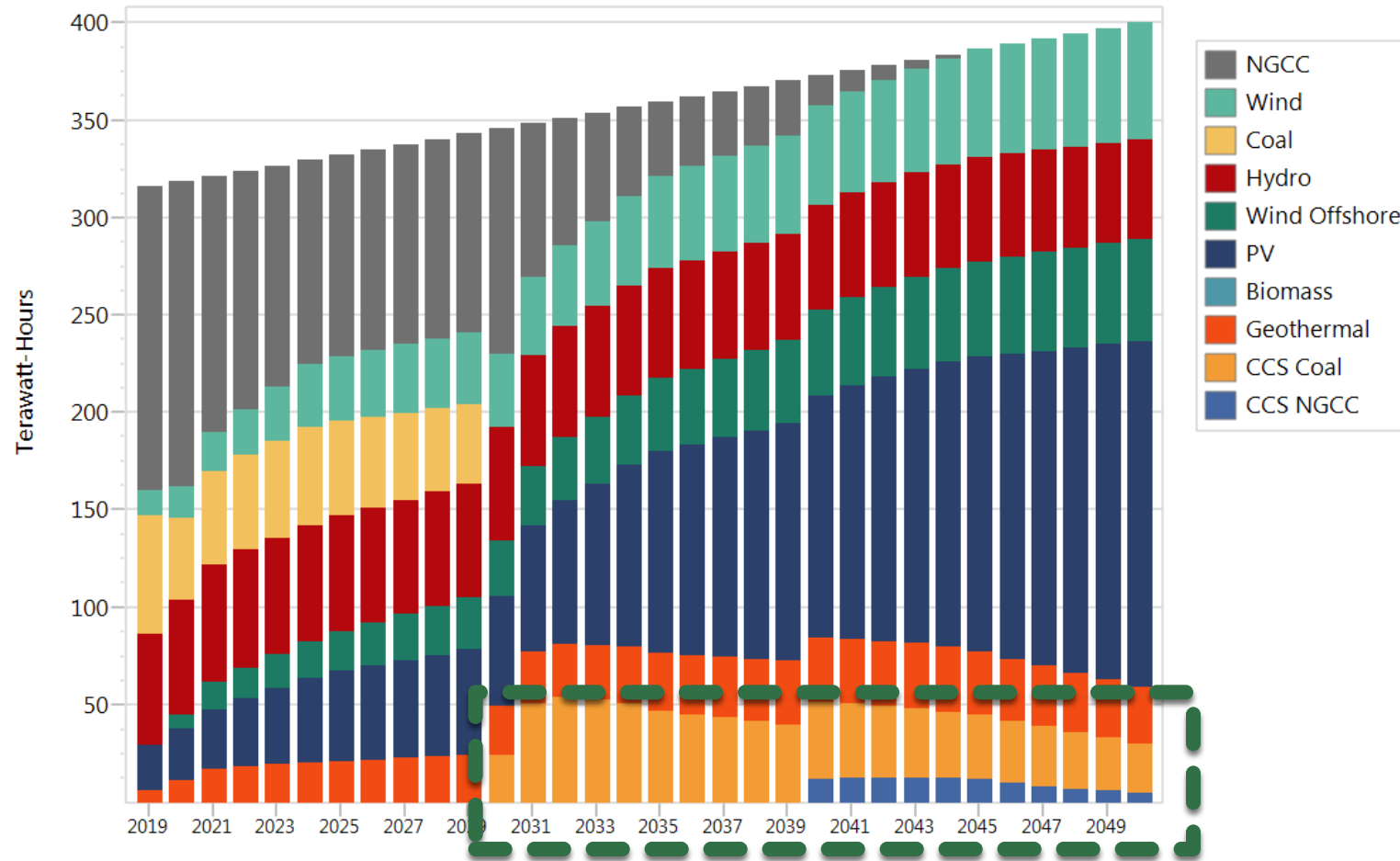
EVOLUZIONE DEI COSTI D'INVESTIMENTO (MILIONI DI EUR/GW)

SCENARIO: OPTIMIZATION



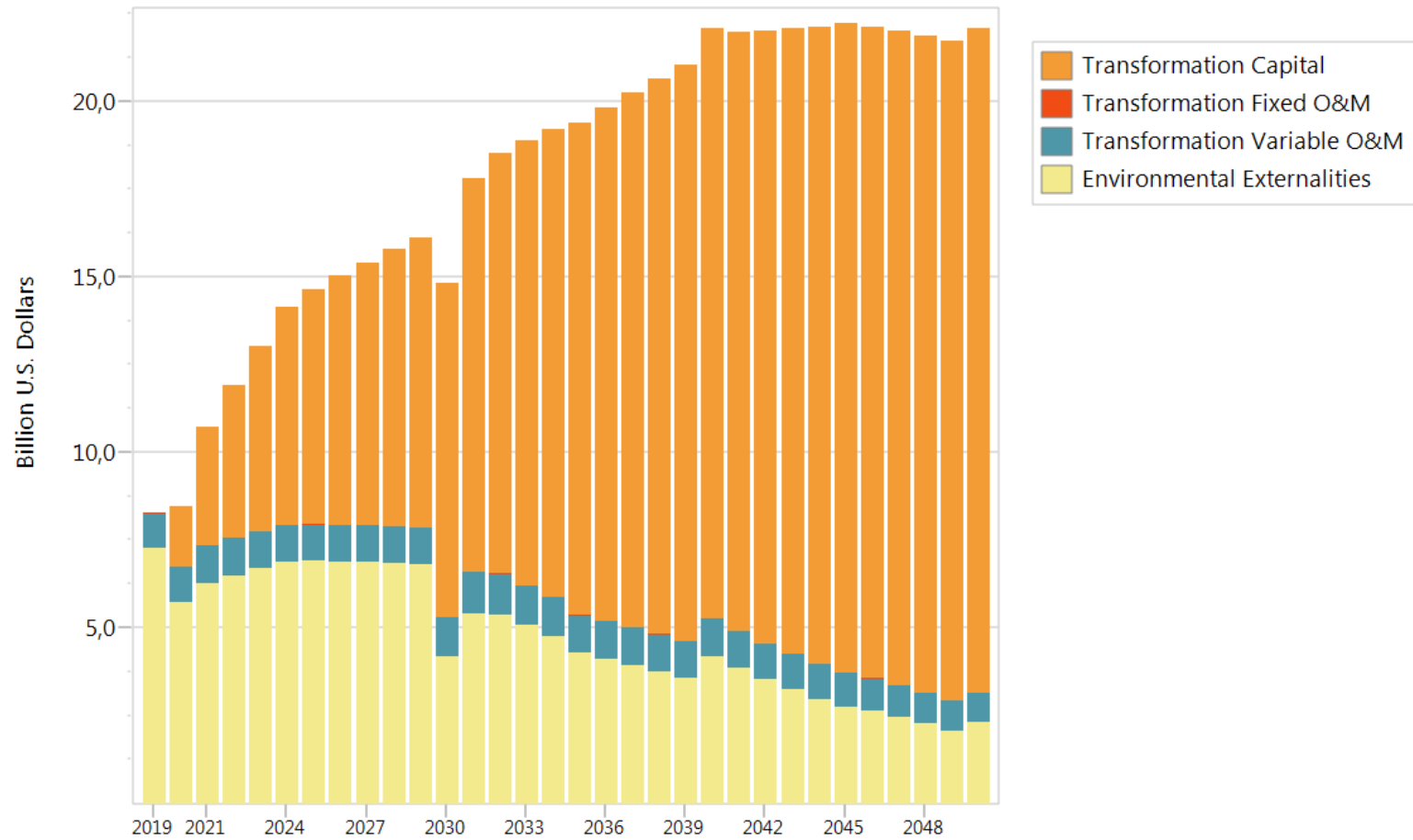
EVOLUZIONE DEL MIX DI GENERAZIONE

OPTIMIZATION SCENARIO



COSTI TOTALI (GENERAZIONE + AMBIENTALI + COSTI D'INVESTIMENTO)

OPTIMIZATION SCENARIO



CONSIDERAZIONI DI SINTESI

- In tutti gli scenari elaborati, dopo il 2030, con il phase-out delle attuali centrali a carbone, il mix elettrico italiano sembra necessitare di generazione con CCS
 - In particolare, fra il 2030 e il 2050, a seconda degli scenari, sarebbe ottimale installare da un minimo di 4 GW di potenza a un massimo di 10 GW di potenza con CCS
- Di più, il sistema sceglie CCS per entrambi i combustibili fossili, carbone e gas
- La differenza fra gli scenari, in termini di risultato, è minima:
 - Con alti prezzi di CO₂, tuttavia, sembra non esserci spazio per il carbone CCS, il costo delle emissioni residue sembra essere troppo elevato, motivo per cui il sistema sceglie cicli combinati con CCS
 - In tutti gli altri scenari, il sistema sceglie il carbone CCS, perché la differenza di costi del combustibile domina la differenza di costi di capitale
- al 2050, in tutti gli scenari, quasi metà dell'energia elettrica consumata sarà prodotta con tecnologia fotovoltaica
- L'eolico sarà in crescita, ma è limitato dallo scarso potenziale sulla Penisola
- In tutti gli scenari, le emissioni di CO₂ al 2050 sono praticamente pari a zero. Nello scenario Carbon Neutral tuttavia, lo sforzo marginale per raggiungere la neutralità di emissioni è fatto con le biomasse, a costi proibitivi e con un incremento di emissioni di NO_x che non giustificano l'impiego di tale tecnologia

CONSIDERAZIONI DI SINTESI

- Come dimostrato dai grafici sul dispacciamento, tuttavia, le tecnologie CCS avranno una funzione di back-up e di funzionamento di punta:
 - Sono fondamentali come margine di riserva e per servire la domanda di picco
- Questo ribalta lo storico utilizzo del carbone (carico di base) e dei cicli combinati gas (mid-merit)
- Sia per le necessità di back-up, sia per la bassa resa delle rinnovabili, la potenza installata crescerà notevolmente e il costo totale di generazione salirà
- La forte riduzione dei costi ambientali, così come la forte riduzione dei costi operativi, infatti, non compensano l'incremento dei costi d'investimento
- Questi scenari indicano una grande criticità:
 - A livello di sistema la CCS sembra indispensabile, ma le ore di utilizzo non saranno molte
 - Questo indica che, difficilmente, operatori privati svilupperanno centrali a CCS, a meno di non prevedere capacity payment
- Allo stesso tempo, in termini di analisi costi/benefici, le analisi dimostrano come i benefici di impianti CCS siano superiori ai loro costi e pertanto, ogni scenario di ottimizzazione sceglie sempre di installare impianti a CCS

GRAZIE

FEDERICO.PONTONI@UNIBOCCONI.IT

