

THE ORIENTGATE NETWORK



**Il ruolo del settore  
idroelettrico nel mercato  
energetico: scenari futuri**

Alessandro de Carli  
*CERTeT – Bocconi University*  
*alessandro.decarli@unibocconi.it*



THE ORIENTGATE NETWORK



**IL FUTURO E' INCERTO**



European Union

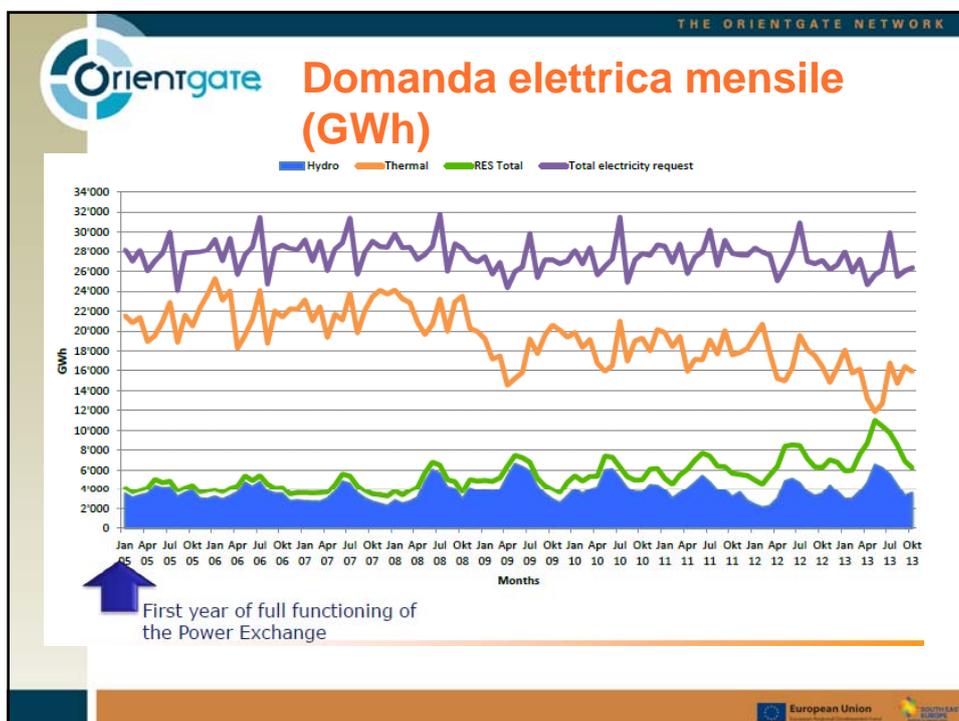


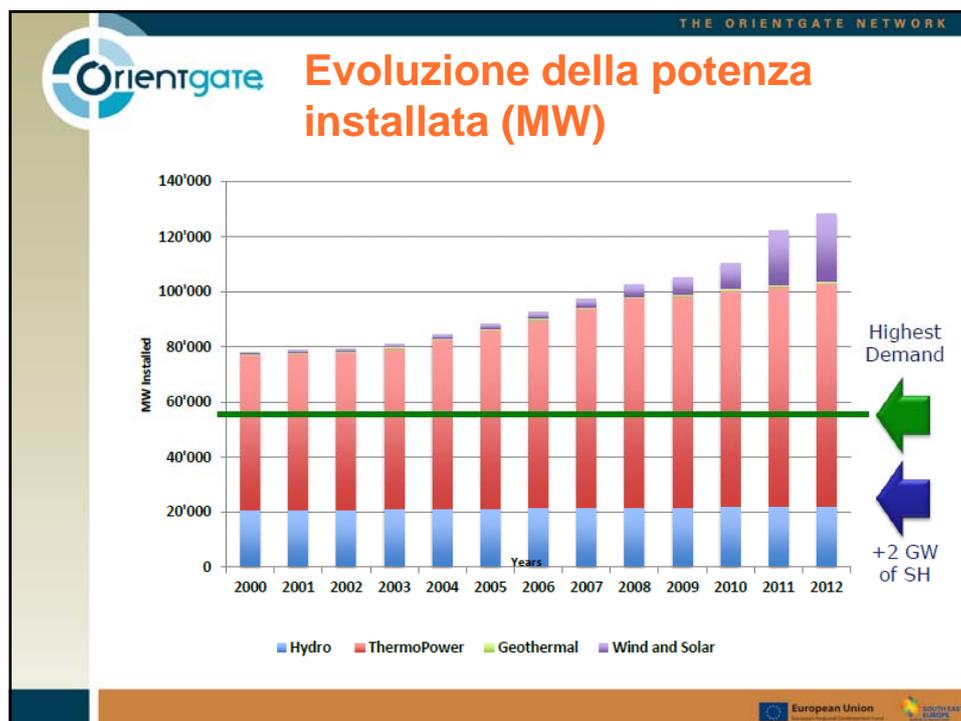
THE ORIENTGATE NETWORK

**Orientgate** **Alcune considerazioni - 1**

- L'attuale struttura del mercato UE dell'energia genera un significativo trade-off tra la massimizzazione del profitto e sostenibilità ambientale:
  - incentivi stimolano investimenti eccessivi in piccoli impianti idroelettrici;
  - Il prezzo marginale nella borsa elettrica rende estremamente redditizio per i grandi sistemi idroelettrici variare su scala mensile e oraria la loro produzione;
- Questa situazione è aggravata in Italia, data la sua sovraccapacità strutturale e il suo basso consumo ;

European Union 





THE ORIENTGATE NETWORK

**Orientgate** **Alcune considerazioni - 2**

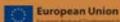
- Potenzialità grande idroelettrico ormai satura
- Nuova produzione idroelettrica è marginale
- Incertezza dei cambiamenti climatici rende nuovi investimenti più rischiosi
- Cambiamenti del mercato elettrico più veloci rispetto a regole di gestione delle risorse idriche

European Union SOUTH EAST EUROPE

THE ORIENTGATE NETWORK

 **Alcune considerazioni - 3**

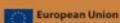
- Direttiva Quadro Acque e Direttiva Rinnovabili potenzialmente in conflitto su idroelettrico
- Il mancato raggiungimento del buono stato ecologico comporterà procedura di infrazione e multe:
  - Benefici economici della produzione idroelettrica, tipicamente privati vanificati da multe (costi sociali)

THE ORIENTGATE NETWORK

 **Proposta (1)**

- Concentrare la produzione idroelettrica in alcuni bacini idrografici “sacrificandoli” e tutelare gli altri bacini:
  - I primi vengono quindi classificati come “Corpi idrici altamente modificati (*HMWB – Hardly Modified Water Body*)
  - *Nei secondi raggiungo gli obiettivi della Water Framework Directive*
- Bisogna giustificare la classificazione HMWB anche mediante una valutazione economica:
  - Costi sproporzionati (Costi >> benefici)
  - Costi “sbilanciati”

THE ORIENTGATE NETWORK

 **Proposta (2)**

- Il settore idroelettrico deve comunque essere stimolato verso una produzione di energia idroelettrica **eco-friendly**
  - regolamentazione ambientale
  - Introduzione di incentivi economici: es. **canoni di prelievo differenziati basati sulle prestazioni**;
- Il rinnovo delle concessioni, in scadenza nei prossimi anni, potrebbe essere l'occasione per riformare la struttura delle tasse di concessione.

European Union 

THE ORIENTGATE NETWORK



**LA RENDITA IDROELETTRICA**

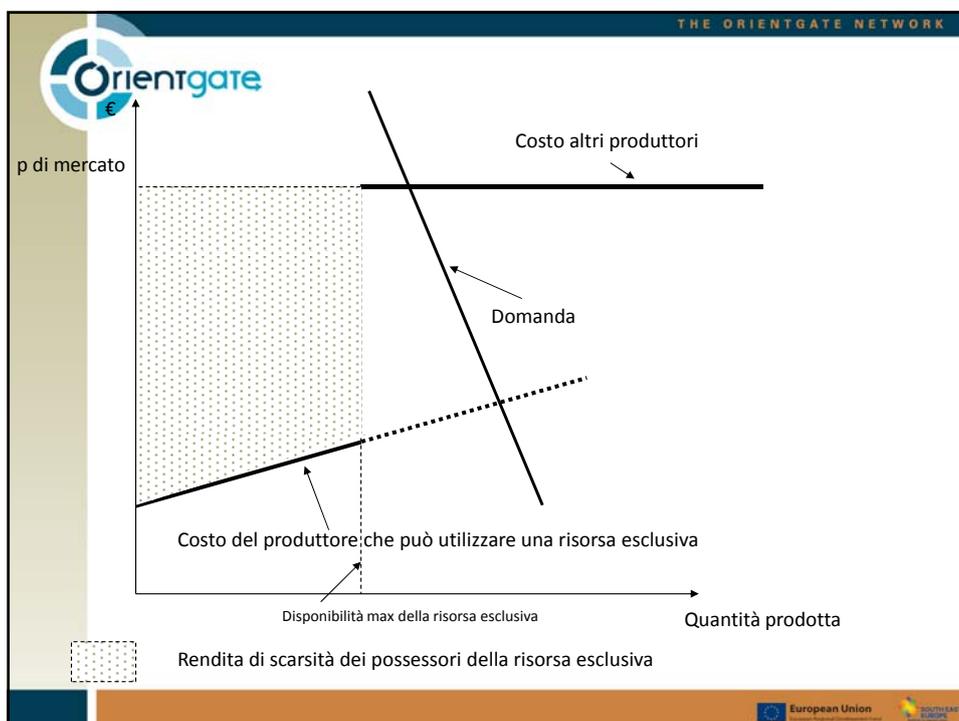
European Union 

THE ORIENTGATE NETWORK

**Orientgate** **Che cos'è la "rendita"?**

- Definizione economica di rendita:
  - Differenza tra ricavo e costo marginale di produzione
  - Costo marginale di produzione = costo che si deve sostenere per immettere sul mercato un'unità aggiuntiva
  - Costo = remunerazione dei fattori produttivi impiegati (lavoro, capitale)
- Da non confondersi con:
  - Ricavo = prezzo di vendita \* quantità venduta
  - Profitto = remunerazione complessiva del capitale proprio investito
- Da cosa può dipendere la rendita ?
  - Posizione dominante sul mercato: il produttore può vendere a prezzi più elevati del costo marginale perché non ha concorrenti
  - Uso esclusivo di una risorsa scarsa: il produttore sfrutta la maggiore produttività della risorsa utilizzata in modo esclusivo; altri produttori dovranno necessariamente sostenere costi più elevati

European Union 



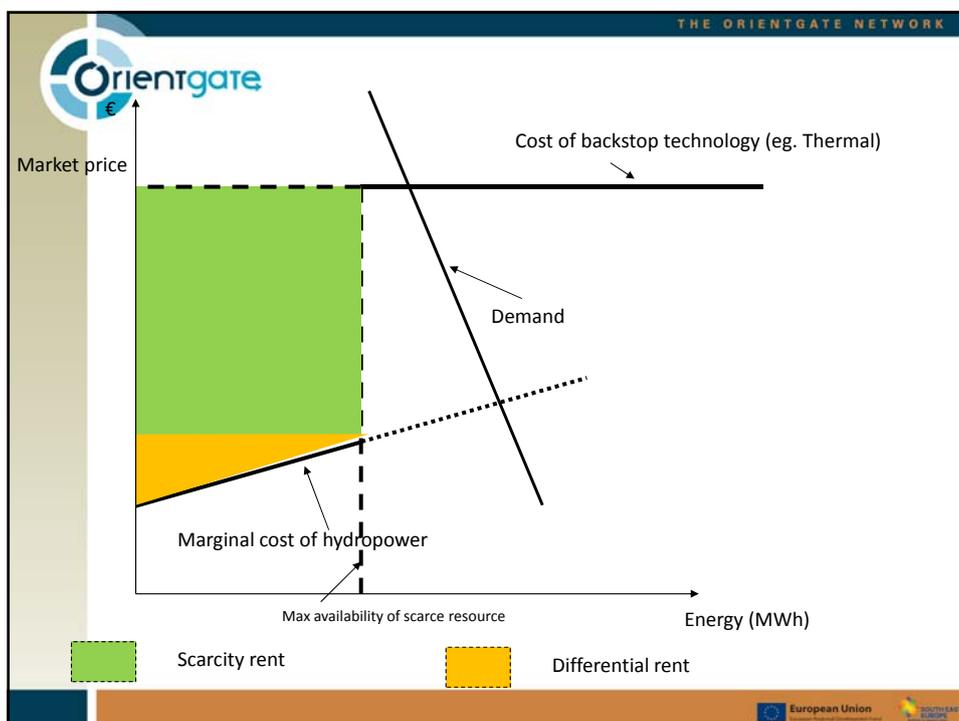
THE ORIENTGATE NETWORK

**Orientgate**

## Tipologie di rendita

- Rendita differenziale:
  - deriva dal fatto che non tutte le fonti idroelettriche sono uguali
- Rendita di scarsità:
  - deriva dal fatto che complessivamente le fonti utilizzabili per la produzione idroelettrica non sono sufficienti a saturare il mercato

European Union SOUTH-EAST EUROPE

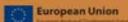


THE ORIENTGATE NETWORK



## Fonti e impieghi della rendita

- Fonti della rendita
  - Differenziale di prezzo con altre tecnologie (p della migliore alternativa)
  - Elasticità della domanda finale
  - Eventuali forme di sussidiazione e incentivo (es. certificati verdi)
- Destinatari (possibili) della rendita
  - Produttore (extra-profitto)
  - Proprietario della risorsa (stato)
  - Utilizzatori finali dell'energia (ribasso dei prezzi)
  - Comunità locali (compensazioni dirette e indirette)
  - Altri utilizzatori / ecosistema (interventi per la riqualificazione fluviale, rinuncia a sfruttare il potenziale massimo di produzione)




THE ORIENTGATE NETWORK

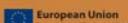


## Alcuni studi in letteratura

Author (year)	Sample	Results (€/MWh)
Bernard et al. (1982)	Canada	6.8 – 16.4 (1989)
Zucker and Jenkins (1984)	Canada	27.3 (1989)
Gillen and Wen (2000)	Ontario	25.3 (1995)
Amudsen and Tjøtta (1993)	Norway	9.5 – 17 (1988)
Banfi et al. (2005)	Switzerland	10.7 – 22.8 (2001)

La rendita dipende (tra l'altro):

- dal mix di fonti utilizzate nel paese considerato
- dai costi presi in considerazione

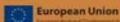



THE ORIENTGATE NETWORK



## Uno schema per la stima della rendita idroelettrica

+ ricavi di vendita
+ incentivi (CV, RID, TO, CIP6)
- costi operativi e di investimento
= rendita idroelettrica lorda
- canoni di derivazione, sovracaroni
- imposte varie (IRES, IRAP)
= rendita netta

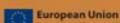



THE ORIENTGATE NETWORK



## Il dataset

- Il dataset è costituito da 36 impianti di varie dimensioni situati nella Provincia di Sondrio
- Alcune statistiche descrittive:
  - Potenza nominale totale: 715 MW
  - Potenza installata totale: 2.160 MW (18% del totale nazionale)
  - Potenza installata media: 61 MW (2,1 – 428)
  - Produzione totale annua: 4.096 MWh
- Informazioni disponibili
  - Altezza dei salti
  - Potenza installata e nominale
  - Produzione effettiva
  - Anno di costruzione e principali interventi di manutenzione straordinaria




THE ORIENTGATE NETWORK

**Orientgate** **Stima dei costi di investimento**

$$C = (1 + \xi) \times 3,300 \times (P^{-0.122} \times H^{-0.107})$$

- **Significato dei parametri**
  - P = potenza installata
  - H = altezza del salto
  - $\xi$  = parametro che tiene conto delle caratteristiche specifiche del sito
- **Giustificazione dell'approccio seguito**
  - Indisponibilità da parte dei produttori a fornire informazioni
  - L'equazione si basa su fonti di letteratura ed è stata scelta tra altre perché consentiva di utilizzare le informazioni disponibili (altezza dei salti e potenza installata)
  - I parametri del modello sono stati testati e calibrati sui pochi impianti per i quali sono state ottenuti valori effettivi di CAPEX, fornendo risultati soddisfacenti

European Union 

THE ORIENTGATE NETWORK

**Orientgate** **Ulteriori ipotesi adottate**

- **Ulteriori ipotesi adottate per Capex**
  - Costi overnight per impianto greenfield
  - Ammortamento: 60 anni per opere idrauliche e 40 anni per centrale
  - RoR = 7,6% (tasso riconosciuto da AEEGSI per investimenti nel settore elettrico)
- **Ipotesi adottate per Opex**
  - Costi Opex stimati sulla base di modelli parametrici riscontrati in letteratura
- **Ipotesi adottate per ricavi: due scenari estremi**
  - Prezzo medio annuo zonale
  - Prezzo medio zonale per le ore di picco

European Union 

THE ORIENTGATE NETWORK



## Sintesi dei risultati (prezzi medi)

Values in 2012€	Firm 1	Firm 2	Firm 3	Firm 4	Total
Revenues (in million €)	142.1	64.7	50.8	69.9	327.4
Revenues (in €/MWh)	79.9	79.9	79.9	79.9	79.9
OPEX and amortization (in million €)	57.2	15.8	13.6	28.8	115.3
OPEX and amortization (in €/MWh)	33.2	20.3	22.4	34.2	28.2
Cost of capital (in million €)	27.5	3.5	3.6	7.3	42.1
Cost of capital (in €/MWh)	16.4	4.6	6.0	8.9	10.3
Rent (in million €)	57.3	45.3	33.6	33.7	169.9
Rent (in €/MWh)	31.2	55.9	52.4	37.7	41.5
Cumulated rent 2004-2011 (in million €)	458.1	362.6	268.7	269.6	1,359.4

European Union 

THE ORIENTGATE NETWORK



## Sintesi dei risultati - prezzi di picco

Values in 2012€	Firm 1	Firm 2	Firm 3	Firm 4	Total
Revenues (in million €)	190.6	87.3	68.1	93.6	439.5
Revenues (in €/MWh)	107.3	107.3	107.3	107.3	107.3
Rent (in million €)	105.9	67.9	50.8	57.3	282.0
Rent (in €/MWh)	60.2	84.9	81.4	66.7	70.0
Cumulated rent 2004 – 2011 (in million €)	847.2	543.4	406.7	458.9	2,256.3

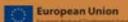
European Union 

THE ORIENTGATE NETWORK



## Una stima della rendita idroelettrica complessiva in Italia

- Rendita per MWh:
  - 41 €/MWh con prezzi medi
  - 70 €/MWh con prezzi di picco
- Rendita cumulata 2004-2011
  - 1,359 miliardi di € (prezzi medi)
  - 2,256 miliardi di € (prezzi di picco)
- Proiezione alla scala nazionale
  - 7,5 – 12,5 miliardi di € su 2004-2011
  - 943 – 1.466 milioni di €/anno in media




THE ORIENTGATE NETWORK



## Grandi e piccoli impianti

- L'analisi deve tener conto che non tutti gli impianti sono uguali
  - Impianti a bacino:
    - possono sfruttare economie di scala
    - Hanno in genere già ammortizzato l'investimento (ma potrebbero aver sostenuto investimenti per la manutenzione straordinaria, es. sghiaamento dei bacini)
    - Possono sfruttare le ore di punta, in cui il p è maggiore
  - Impianti ad acqua fluente
    - Hanno rendimenti minori, in media e soprattutto al margine, ma possono beneficiare di incentivi FER
    - Devono produrre in continuo
    - Hanno costi di gestione che risentono molto dell'altezza del salto e della potenzialità dell'impianto, ma anche dalle caratteristiche del sito (es. trasporto solido)
    - Il costo del capitale incide in modo molto diverso, a seconda che l'investimento sia stato già ammortizzato o no
    - I costi di investimento dipendono della morfologia del sito (altezza del salto, tipologia di opere, interventi di ripristino) e sono particolarmente sensibili al tasso di sconto impiegato
- In entrambi i casi, i costi sono soprattutto fissi
  - il costo unitario per kWh dipende in modo cruciale dalla produttività dell'impianto, e dunque dalla portata utilizzabile in rapporto all'investimento
  - Il ricavo dipende dalle oscillazioni del mercato (dell'energia e dei certificati verdi)
  - Soprattutto gli impianti medio-piccoli si prestano ad essere utilizzati per autoconsumo ⇔ il beneficio economico è legato al risparmio del costo di approvvigionamento alternativo e del trasporto dell'energia




THE ORIENTGATE NETWORK



## Rendita e tipologia di impianti

Tipologia	Numero impianti	Potenza installata MW	Energia prodotta GWh/anno	Rendita idroelettrica €/Mln	Rendita netta €/Mln	Rendita €/MWh	Rendita netta €/MWh
<b>fluente</b>	746	3456	11363	742	400	65.3	35.2
<b>bacino</b>	167	6261	12977	1072	551	82.6	42.4
<b>pompaggio</b>	11	5400	4818	203	63	42.2	13.1
<b>totale</b>	924	15117	29158	2017	1013	69.2	34.7

European Union 

THE ORIENTGATE NETWORK



## Alcune considerazioni

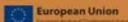
- **La torta è grande! Ma:**
  - Le nostre stime forniscono ordine di grandezza macro, non per singolo impianto
  - Le dimensioni effettive nel singolo caso risentono di fattori site-specific e sono difficili da prevedere ex-ante
  - Considerare anche i costi esterni (ambientali e di scarsità)
- **Dal passato al futuro**
  - Le stime valgono per il passato; in futuro la struttura dei costi potrebbe essere diversa, ad es. per tenere conto delle mutate condizioni idrauliche, trasporto solido etc
  - Possibile ruolo di innovazione tecnologica: la tecnologia è matura, ma aperta ad innovazioni sia nella gestione della centrale, sia nelle modalità di accesso al corpo idrico

European Union 



THE ORIENTGATE NETWORK

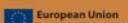
## COSTI E BENEFICI ESTERNI DELLA PRODUZIONE IDROELETTRICA



THE ORIENTGATE NETWORK

## Esternalità e produzione idroelettrica

- **Costo finanziario e costo dell'acqua**
  - L'analisi svolta finora considera solo i costi finanziari di costruzione ed esercizio degli impianti
  - Il "costo dell'acqua" è assente (corrisponde, dal punto di vista dell'utilizzatore, ai canoni da pagare all'ente pubblico (⇔ rent-sharing))
- **"Costo dell'acqua" deve invece includere:**
  - Costi di scarsità ⇔ a chi viene sottratta l'acqua utilizzata per la produzione idroelettrica?
  - Costi ambientali: quanto valgono i "servizi ecosistemici" che vengano eventualmente sacrificati?

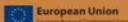


THE ORIENTGATE NETWORK



## Uno studio esplorativo

- **Studio condotto nell'ambito del progetto IDEA**
  - Finanziamento: Fondazione Cariplo
  - Partner: Provincia di Sondrio, CIRF e UniUD
- **Metodologia**
  - Indagine basata sulla tecnica delle scelte sperimentali (Choise Experiment)
  - Questionario sottoposto a 1000 persone residenti in Lombardia
  - Finalità: valutare la Disponibilità a Pagare per incrementi della qualità ecologica del corpo idrico

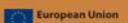



THE ORIENTGATE NETWORK



## Gli attributi considerati nello studio

Attribute	Description	Level
Integrity of the fluvial ecosystem	Closeness to natural conditions	High; moderate; bad.
Hydro-peaking	Sudden variations of the flows.	High; medium; none.
Canoable length	Percentage of the river suitable for canoeing.	5%; 15%; 60%.
Bill increase	Additional annual cost per household (in EUR)	0; 10; 50; 100.




THE ORIENTGATE NETWORK



## I risultati dello studio

Scenario	Main water bodies		Tributaries (€/year)	
	Single Household (€/year)	All Lombardy (M€/yr)	Single Household (€/year)	All Lombardy (M€/yr)
1. From opt-out to high level of ecosystem integrity	66.65	293,9	96.16	424,0
2. From opt-out to high level of ecosystem integrity and no hydro-peaking	97.31	429,1	122.45	539,9
3. From moderate level of ecosystem integrity and medium hydro-peaking to high level of ecosystem integrity and no hydro-peaking	35.07	154,6	37,11	163,6

European Union 

THE ORIENTGATE NETWORK



## Qualche indicazione

- L'ordine di grandezza dei benefici esterni associati alla riqualificazione fluviale è pari a circa il 40% della rendita totale (prezzo medio) e 20-25% (prezzo di picco)
- Gli attributi apprezzati sono diversi da caso a caso
- Le cause che determinano un allontanamento della qualità rispetto ai livelli "buoni" (WFD) sono diversi da caso a caso ⇔ occorre che queste vengano ben identificate ex-ante (piano di bacino?)
- La qualità del corpo idrico è riferita al fiume nella sua interezza ⇔ no ad approcci parziali per ogni singola concessione

European Union 

THE ORIENTGATE NETWORK



## Benefici esterni

- **Idroelettrico è anche fonte di benefici sociali**
  - Idroelettrico in ogni caso è una fonte rinnovabile ed è una delle poche fonti indigene (“carbone bianco”)
  - Modulazione dei deflussi a valle consentita da bacini di accumulo
  - Trade-off con altri usi del corpo idrico ed ecosistema in parte superabili con innovazioni tecnologiche (accorgimenti costruttivi e sistemi di gestione)
- **Come tenerne conto?**
  - Definire canoni in modo da tener conto dell’impatto ecologico, distinguendo la componente AMB-RES da rent-sharing
  - Componente AMB-RES con meccanismo bonus-malus
    - Es. UK: canoni proporzionali a indicatori di impatto
    - Es. Germania: interventi di riqualificazione (concordati con WA) vs. rinnovo/prolungamento e incentivi
  - Site-specific ⇔ discrezionalità; ruolo per soggetti imparziali (AdB?)

European Union

