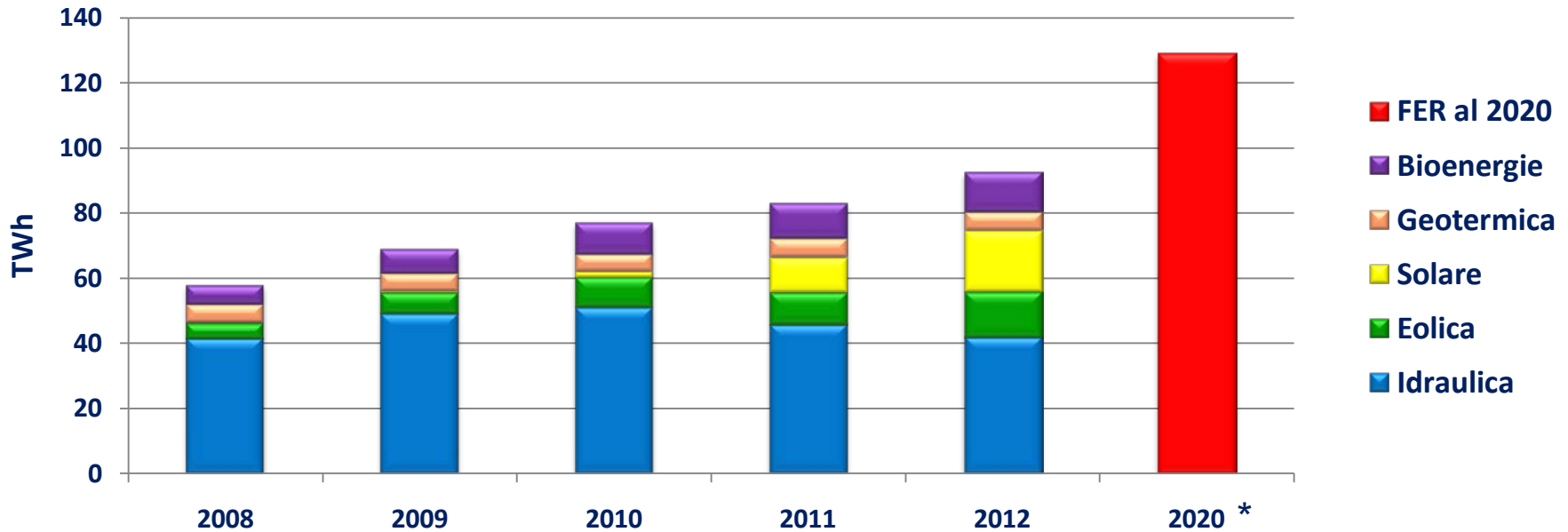


***L'energia non si crea, non si distrugge...
si accumula?***

Alessandro Di Placido, Antonino Giordano,
Claudia Leonardi, Flavia Li Chiavi, Sacha Ottobre, Luca Sodano

- Le rinnovabili ieri, oggi e domani
- Le criticità per la rete
- Il contributo dei sistemi di accumulo
- Il caso studio
- Considerazioni conclusive

Produzione lorda fonti rinnovabili in Italia



Nel corso degli ultimi anni la **produzione da fonti energetiche rinnovabili** ha avuto un trend di crescita rapido ed imponente

2008 - 58 TWh
2012 - 92 TWh

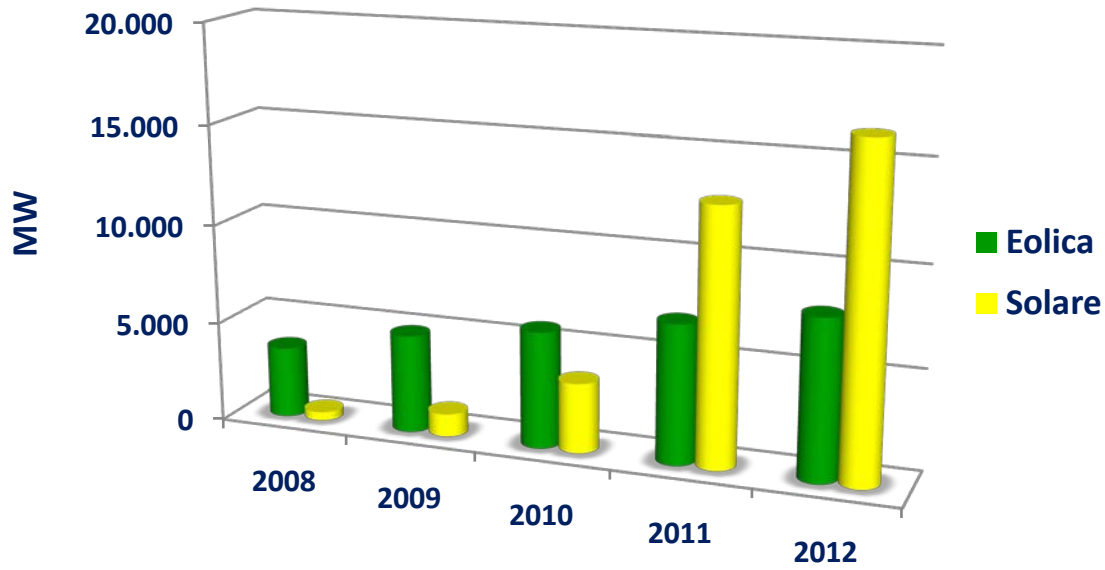


+ 58,96%

Al **2020** le fonti energetiche rinnovabili copriranno il **35% dei consumi elettrici**, raggiungendo livelli di produzione di **120-130 TWh**

Il sole, il vento e la rete: un equilibrio delicato

Crescita delle rinnovabili discontinue 2008-2012



- Le **fonti rinnovabili discontinue** sono cresciute dal **2008** al **2012** del **512%**
- Il **solare e l'eolico** hanno rappresentato nel **2012** il **52%** della potenza rinnovabile installata
- La crescita della generazione intermittente apporta complessità al sistema: impatta sulla **sicurezza** e sui **costi di gestione della rete di trasmissione**



Criticità

Rete	Mancato dispacciamento dell'energia rinnovabile ed aumento delle ore di congestione sulla rete in alta tensione
Regolazione	Mancanza di riserva primaria e terziaria
Bilanciamento	Aumento del fabbisogno di bilanciamento rapido



Possibili soluzioni

Potenziamento della rete	Sviluppo delle infrastrutture
Responsabilizzazione operatori	Previsioni delle immissioni
Aumento flessibilità sistema	Sistemi di accumulo diffusi dell'energia elettrica

Il ruolo degli accumuli... una carica importante

I sistemi di stoccaggio dell'energia offrono **2 differenti applicazioni**



- **Energy Intensive:** immissione/prelievo di ingenti quantità di energia elettrica per **LUNGI** periodi
- **Power Intensive:** immissione/prelievo di ingenti quantità di potenza per **BREVI** periodi

ENERGY

POWER

	Idro	CAES	Na/S	Li/ion
SERVIZI				
Risoluzione delle congestioni	■	■	■	■
Riaccensione del sistema	■	■	■	■
Regolazione terziaria	■	■	■	■
Regolazione primaria	■	■	■	■
Regolazione secondaria	■	■	■	■
CARATTERISTICHE				
Rendimento[%]	80	65	70 - 90	70 - 90
Costruzione [anni]	5	3	1	1
N° cicli	-	-	4.500	6.000
Vita [anni]	50	30	15	10

■ Sistema Idoneo

■ Sistema parzialmente idoneo

I **dispositivi di accumulo diffuso elettrochimici** rappresentano la soluzione alternativa più versatile laddove gli impianti di pompaggio non siano realizzabili



- **Amovibilità**
Possibilità di riposizionamento su altri siti
- **Localizzazione diffusa**
Presso i punti di immissione delle rinnovabili
- **Tempi di installazione brevi**
Rispondono a criticità attuali e ottimizzano la rete
- **Modularità**
Facilità d'installazione e flessibilità di utilizzo per più servizi
- **Nessun rilevante impatto visivo**
Localizzazione all'interno delle sottostazioni elettriche



- **Notevoli dimensioni**
Ingombro rilevante
- **Tecnologia capital intensive**
Alti costi d'investimento rispetto alla vita utile
- **Impatto ambientale**
Possibili fuoriuscite di agenti chimici

2011

- **D.Lgs 28/11** - Il Piano di Sviluppo del gestore della rete di trasmissione può includere **sistemi di accumulo**
- **D.Lgs 93/11** - Il gestore della rete di trasmissione può realizzare e gestire sistemi di accumulo tramite **batterie**
- **Del. ARG/elt 199/11** - **Tasso di remunerazione (8,4%) ed incentivazione** (maggiorazione del WACC del 2% per 12 anni) dei sistemi di accumulo

2012

- **Del. 288/2012/R/EEL** - Criteri di selezione dei **progetti pilota** di sistemi di accumulo ammessi al trattamento incentivante

2013

- **Del. 43/2013/R/EEL** - Approvazione di due progetti pilota rientranti nel **Piano di Difesa 2012- 2015** in **Sicilia** e **Sardegna** di taglia massima pari a **8 MW** ciascuno
- **Del. 66/2013/R/EEL** - Approvazione di sei progetti pilota (tre coppie) rientranti nel **Piano di Sviluppo 2011** per una capacità complessiva di **35 MW** su due porzioni di rete critica nella zona Centro- Sud

Obiettivo

Valutazione degli impatti di **accumuli elettrochimici** su un tratto critico di rete di trasmissione:

- alta **concentrazione di generazione eolica**
- elevati valori di **limitazione della produzione**

Casi studio

Applicazione sulla direttrice (rete)

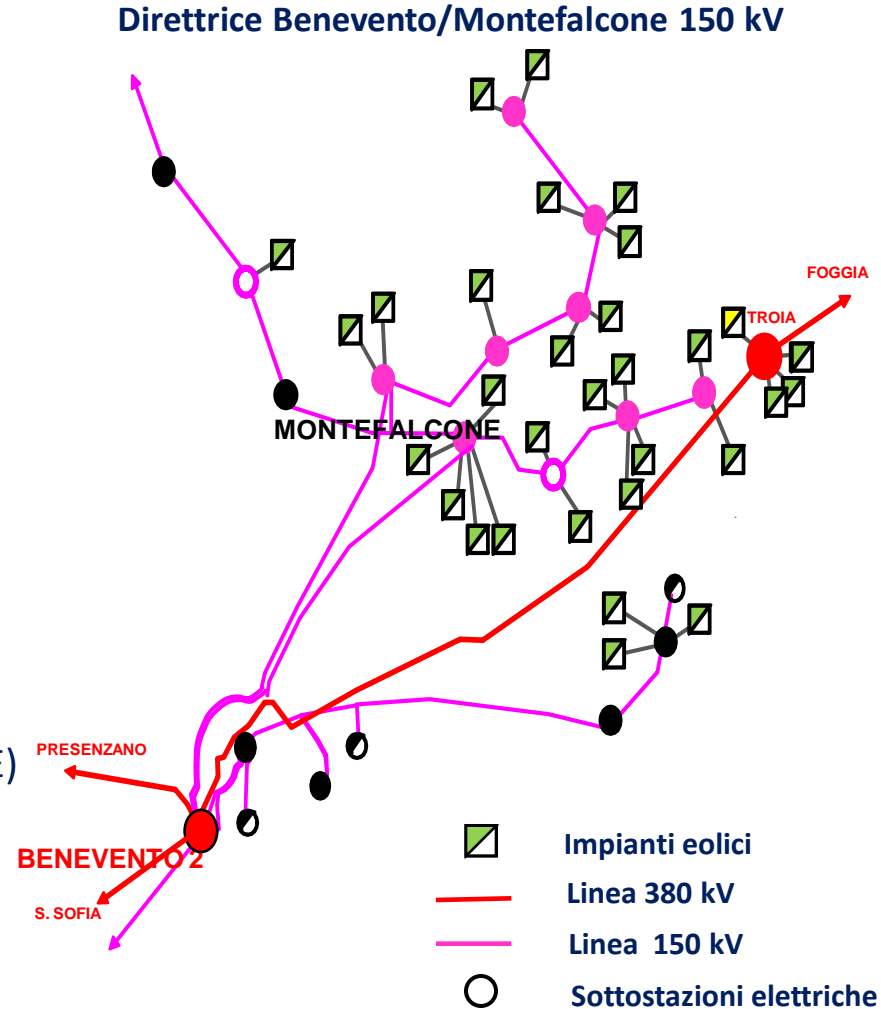
- Riduzione congestioni

Applicazione su un parco eolico (produttore)

- Riduzione Mancata Produzione Eolica (MPE)
- Analisi economica per diverse taglie e servizi

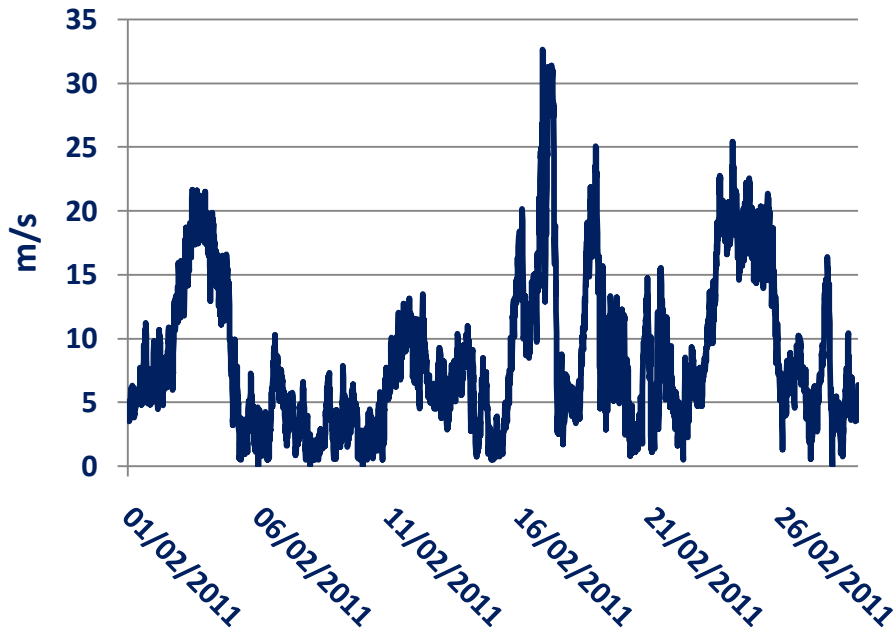
Presupposti della ricerca

- Modellizzazione dei parchi eolici tramite gli aerogeneratori più diffusi: Vestas – Enercon
- Campagna **anemometrica 2010/2011** in provincia di Benevento
- Dati anemometrici **costanti lungo la direttrice**

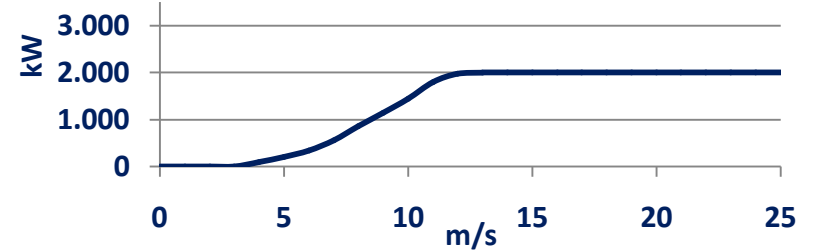


L'energia non si distrugge.... però si disperde!

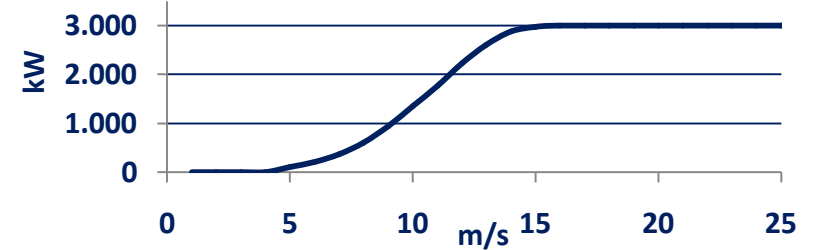
Dati anemometrici



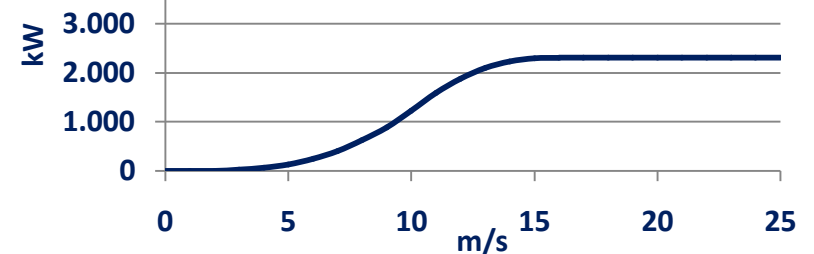
Curva di producibilità Vestas V90 2 MW



Curva di producibilità Vestas V90 3 MW



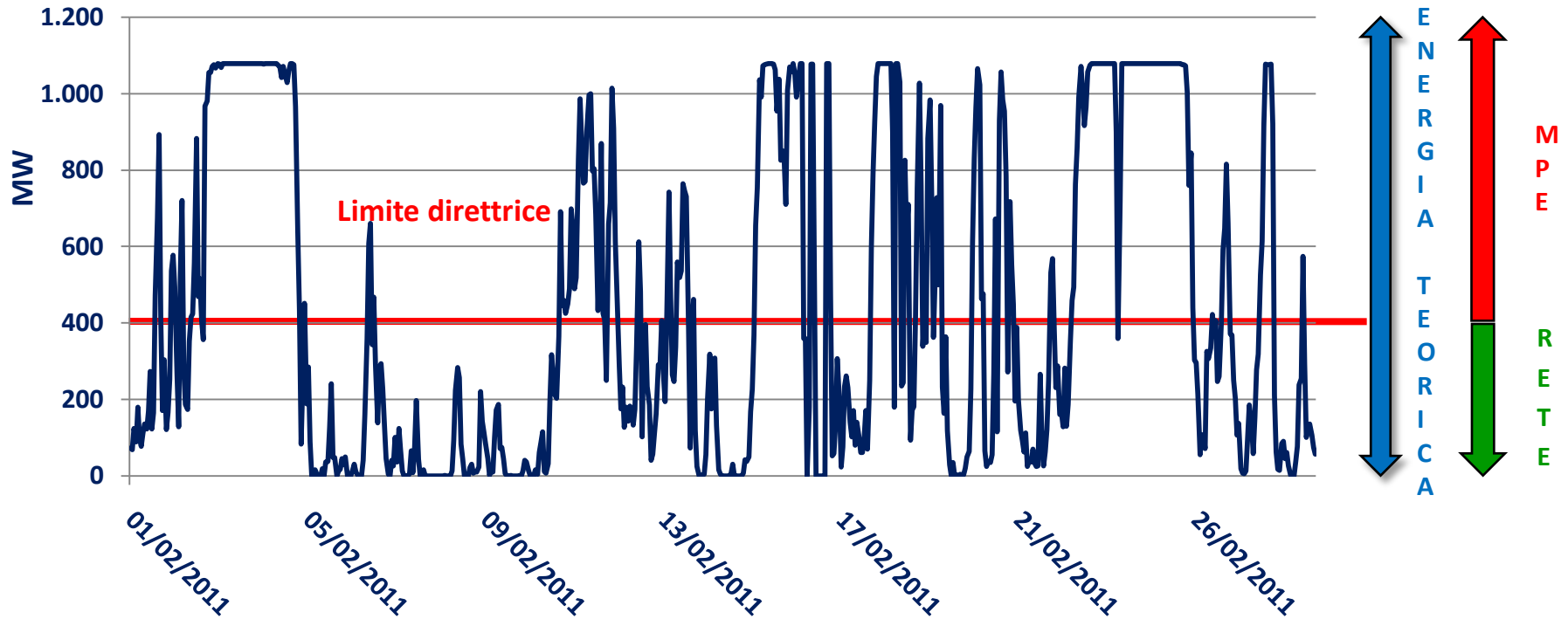
Curva di producibilità Enercon E70 2,3 MW



Dai dati anemometrici, campionati ogni 10 minuti, e dalle curve di potenza degli aerogeneratori si ricava l'energia teorica

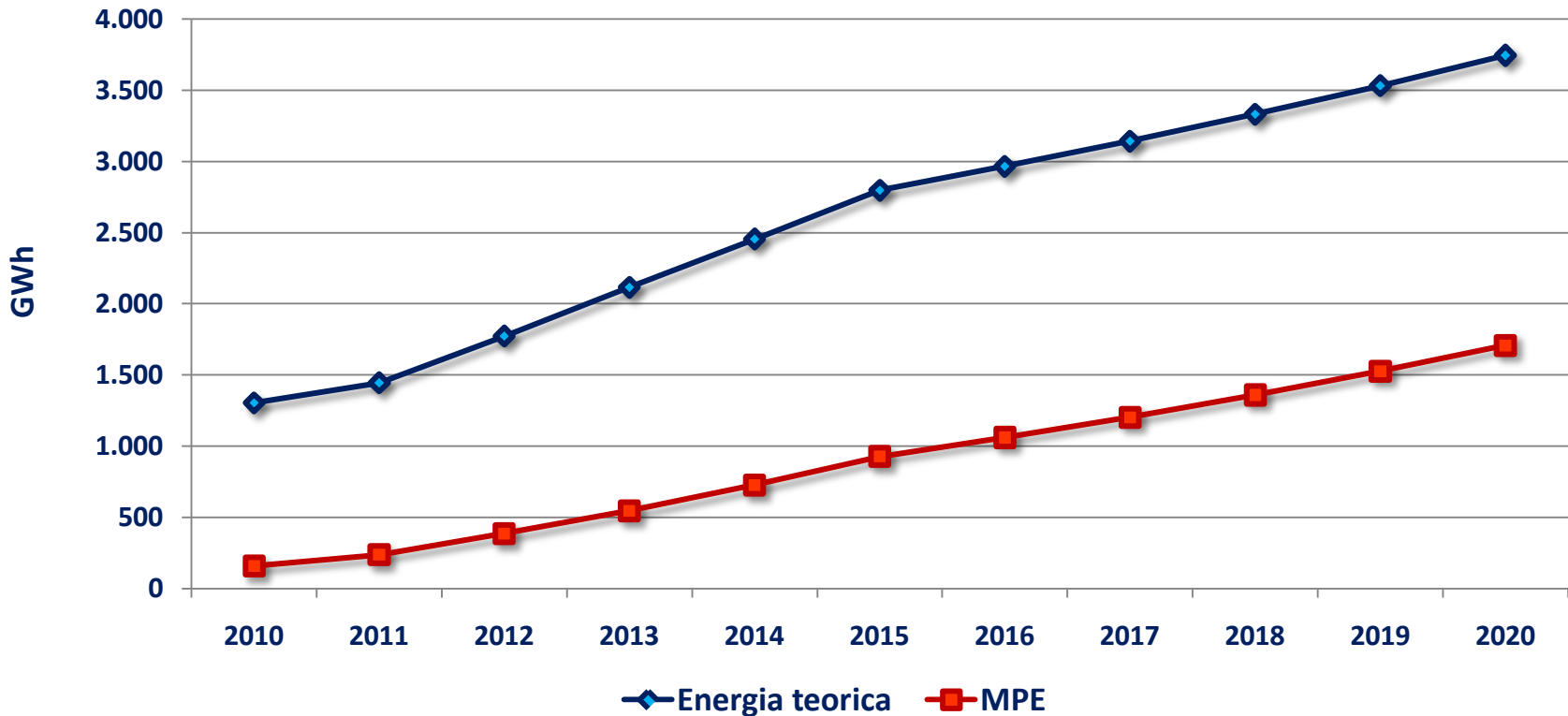
L'energia non si distrugge.... però si disperde!

Energia eolica prodotta



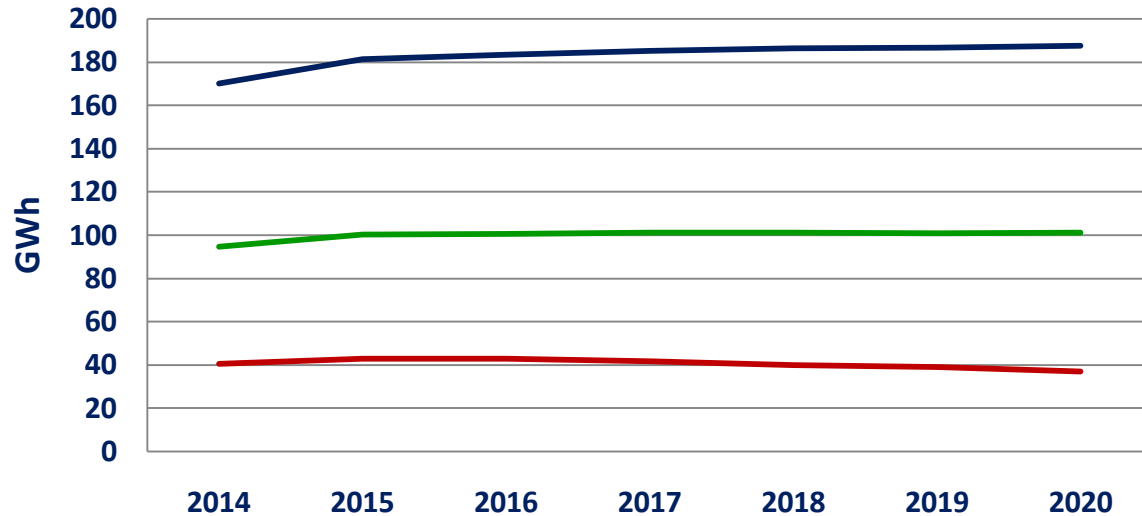
Con il limite della direttrice di 400 MW , in assetto radiale, si determina la mancata produzione eolica per il mese considerato nell'anno di riferimento

Andamento della produzione teorica e della mancata produzione eolica (MPE)



- **2013:** sulla direttrice di riferimento si verificano **2.807 ore di congestione**
- **2020:** con 1.542 MW installati, senza interventi sulla direttrice, **le ore di congestione potrebbero crescere del 33%** e la **produzione eolica verrebbe tagliata del 46%**

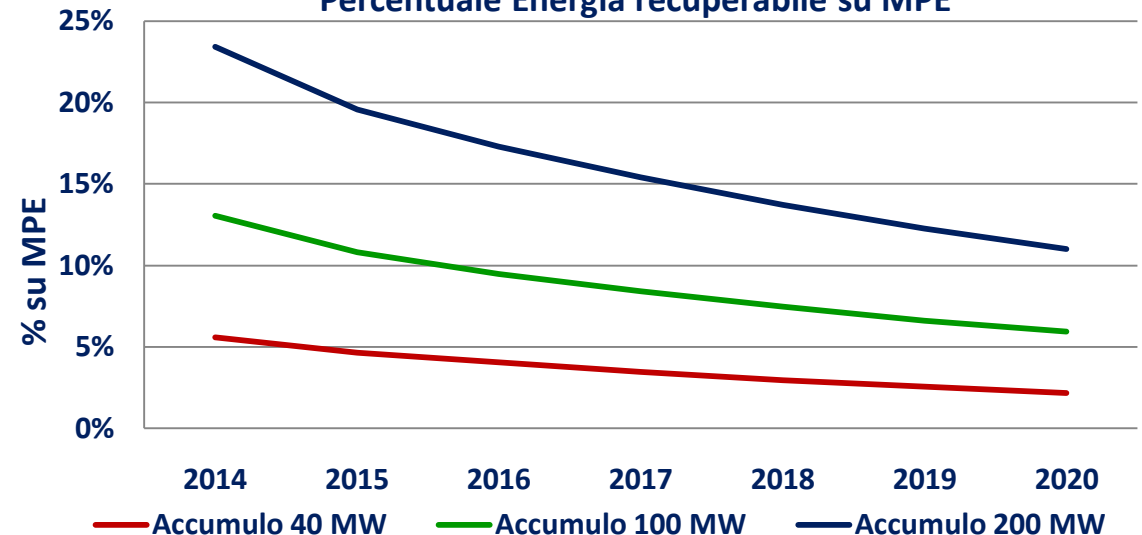
Energia recuperabile su MPE in funzione della capacità della batteria



- **Batterie sodio-zolfo:**
Rapporto energia/potenza: 6,6
Efficienza di carica/scarica: 76%
- Il recupero dell'energia è maggiore al crescere della potenza eolica installata, tranne che per taglie inferiori a 100 MW: il degrado prevale sull'aumento della potenza installata

Energia recuperata al 2014:
40 GWh con accumulo 40 MW
170 GWh con accumulo 200 MW

Percentuale Energia recuperabile su MPE



- Riduzione della mancata produzione eolica al 2014:
6% con accumulo 40 MW
24% con accumulo 200 MW

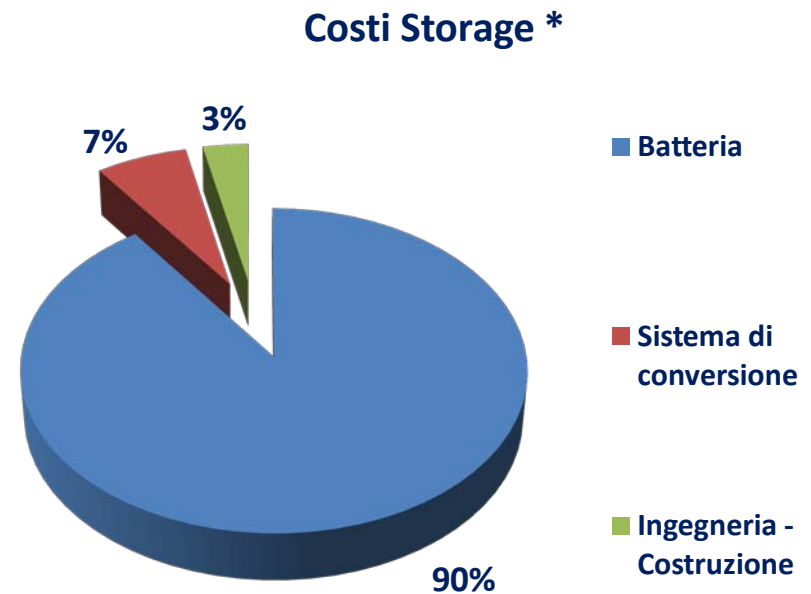
Ore di congestione al 2014:
2.596 (-7,5%) con accumulo 40 MW
2.330 (-17%) con accumulo 200 MW

Istallazione di una batteria Na/S a servizio di un parco eolico da 35 MW

- Possibilità di immettere energia elettrica sulla rete ogni qual volta risulti essere libera
- Impianto incentivato ai sensi del D.M. 6/7/2012

INPUT	1 MW	10 MW
Costo Storage [M€] *	1,5	15
Costo O&M [k€] *	25	190
WACC [%]	7,2	7,2
Pz medio [€/MWh]	56	56

OUTPUT	1 MW	10 MW
TIR a 15 anni [%]	-14	-23
VAN [k€]	-157	-3.770
IP	0,37	0,18



Il solo servizio di risoluzione delle congestioni non genera ricavi superiori agli esborsi...

Istallazione di una batteria Na/S a servizio di un parco eolico da 35 MW

- Possibilità di immettere energia elettrica sulla rete ogni qual volta risulti essere libera
- Impianto incentivato ai sensi del D.M. 6/7/2012
- **Applicazione a Impianti a fonti rinnovabili Delibera 231/2013/R/EEL ****

INPUT	1 MW	10 MW
Costo Storage [M€] *	1,5	15
Costo O&M [k€] *	25	190
WACC [%]	7,2	7,2
Pz medio [€/MWh]	56	56

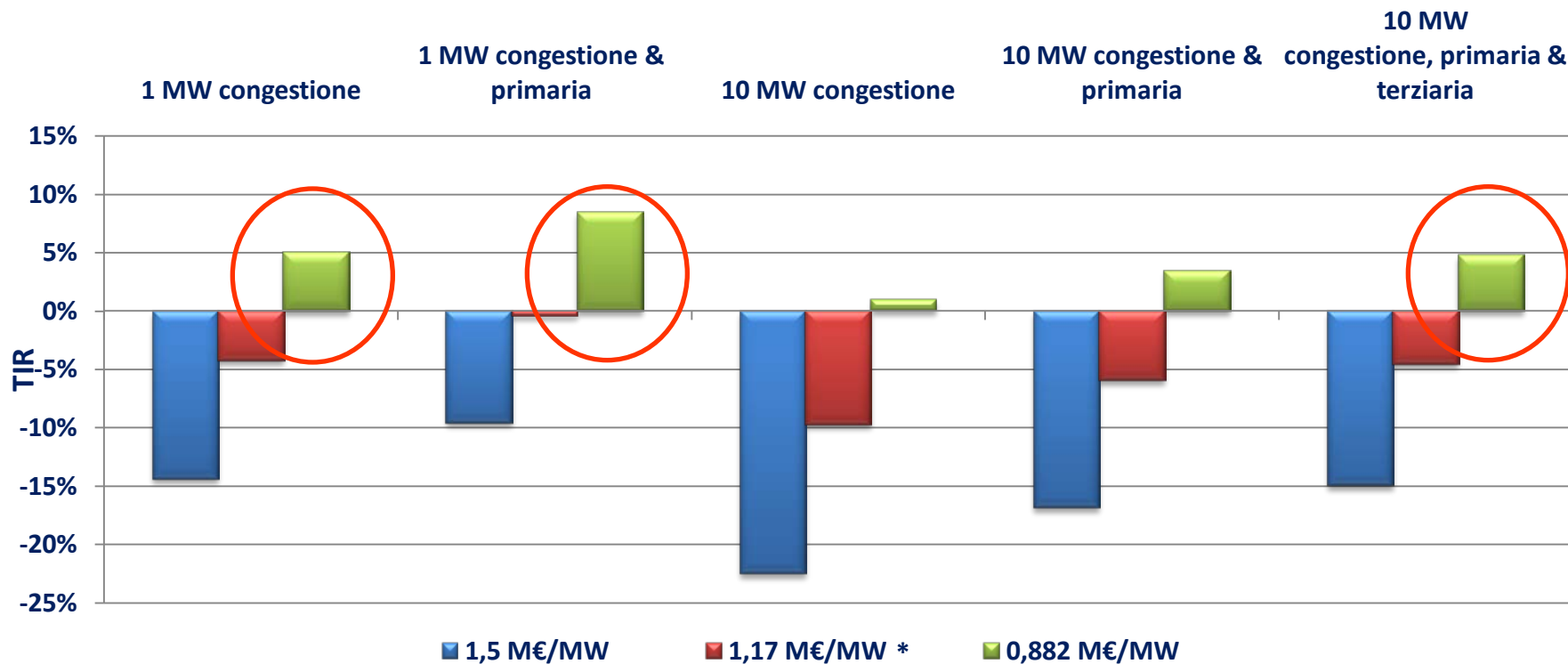
E con la riserva?

OUTPUT	1 MW	10 MW	1 MW	10 MW	10 MW
TIR a 15 anni [%]	-14	-23	-10	-17	-15
VAN [k€]	-157	-3.770	-0,53	-2.200	-1.500
IP	0,37	0,18	0,53	0,30	0,36

- Risoluzione congestioni
- Risoluzione congestioni & riserva primaria
- Risoluzione congestioni riserva primaria & terziaria

... neanche la remunerazione aggiuntiva dei servizi di riserva consegue la redditività dell'investimento

Tasso Interno di Rendimento al variare dei costi della tecnologia



Se il costo della tecnologia scendesse del 44%, l'investimento permetterebbe di avere un TIR positivo in tutti gli scenari

La taglia da 1 MW e quella da 10 MW con tutti i servizi, offrirebbero un rendimento superiore rispetto ad un Titolo di Stato a 15 anni (4,67%)

- L'integrazione delle fonti rinnovabili nel sistema è una sfida che accomuna l'Europa intera: servono nuove competenze e sforzi congiunti per lo sviluppo delle tecnologie
- I sistemi di accumulo sono uno dei punti di partenza per integrare le fonti rinnovabili in rete:
 - ✓ lo studio proposto suggerisce che tali sistemi hanno la potenzialità di ridurre le congestioni ed aumentare la flessibilità di gestione del sistema nel breve termine
 - ✓ il contributo delle batterie nel processo di responsabilizzazione dei produttori dipende dall'evoluzione della normativa, dei costi e della tecnologia
- E' auspicabile che il nostro Paese non ripercorra gli errori del passato e non perda l'opportunità di avviare una filiera nazionale