

# Gestione della flessibilità nei sistemi elettrici con elevata penetrazione di DER

Luca Orrù \*

Remon Afty Bekhit \*

EVENTO FINALE PROGETTO LIVING GRID – CLUSTER TECNOLOGICO NAZIONALE ENERGIA  
4 MARZO 2021

## La transizione energetica verso la decarbonizzazione



A dicembre 2015, in esito alla **COP21**, 185 Parti hanno adottato il **primo accordo universale per la lotta ai cambiamenti climatici**.

Target: mantenere l'aumento medio della temperatura mondiale **ben al di sotto di 2°C** rispetto ai livelli pre-industriali, puntando a limitare tale aumento a **1,5°C**.



		<b>Riduzione emissioni*</b>	<b>Efficienza energetica**</b>	<b>Quota FER nei consumi finali</b>	
	<b>2030</b> <i>Clean Energy Package</i>	- 40%	- 32,5%	≥ 32%	
	<b>2050</b> <i>EU Energy Strategy</i>	fino al -95%	fino al -35% <sup>1</sup>	fino al 60% <sup>2</sup>	
	<b>2030</b> <i>PNIEC</i>	- 43% <sup>3</sup>	- 43%	≥ 30%	
	<b>2050</b> <i>LTS</i>	-100%	- 40% <sup>3</sup>	85-90%	

**Gli sfidanti ma necessari obiettivi al 2030, 40 e 50 di decarbonizzazione a livello globale, europeo e nazionale pongono importanti sfide al sistema energetico ed elettrico in particolare**

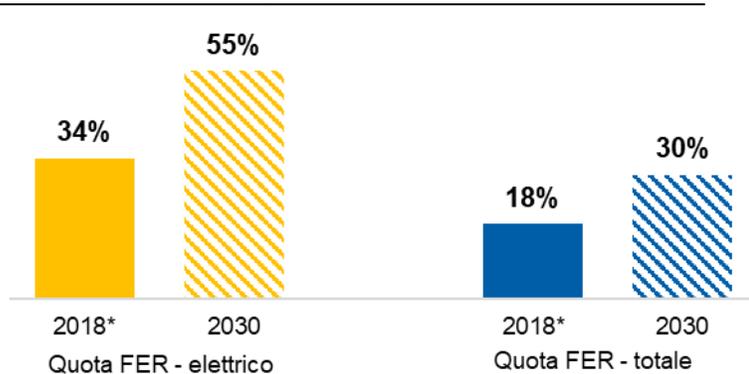
# Contesto di riferimento

## Scenari elettrici italiani derivanti dal Piano Nazionale Energia e Clima

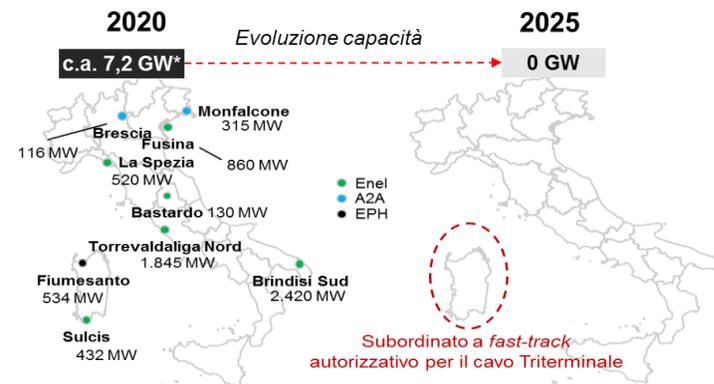
Principali target PNIEC



### Copertura FER

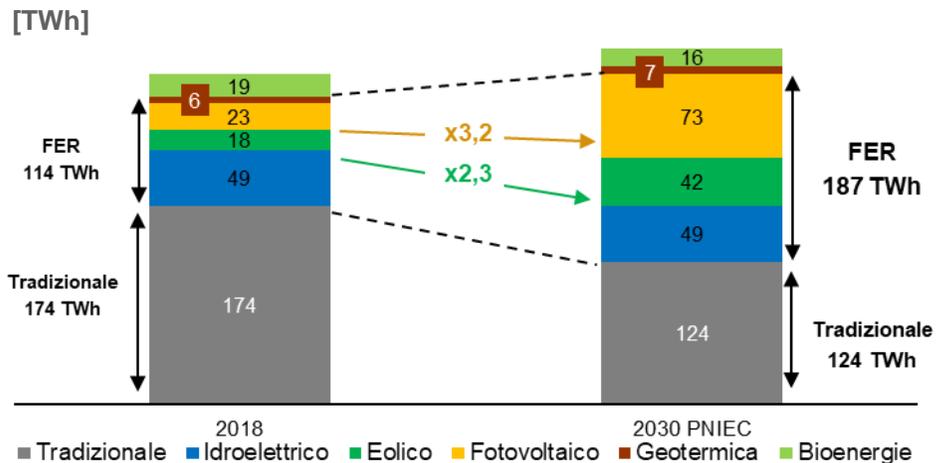


### Phase-out carbone 2025

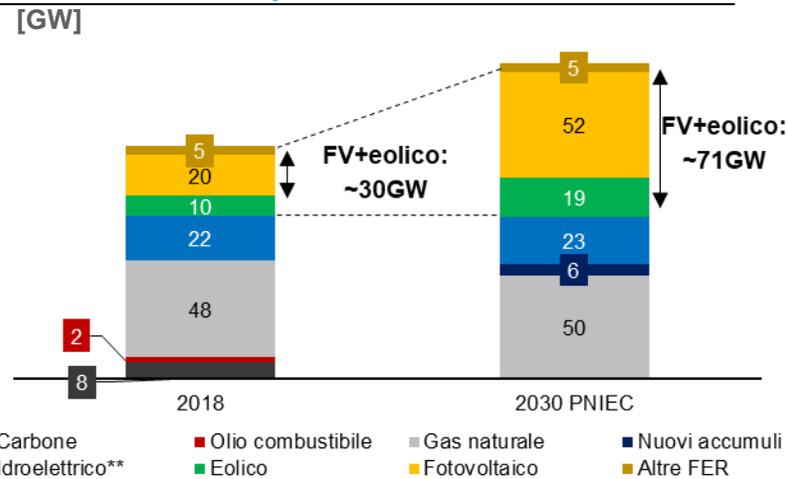


Scenari 2030

### Produzione nazionale



### Capacità installata

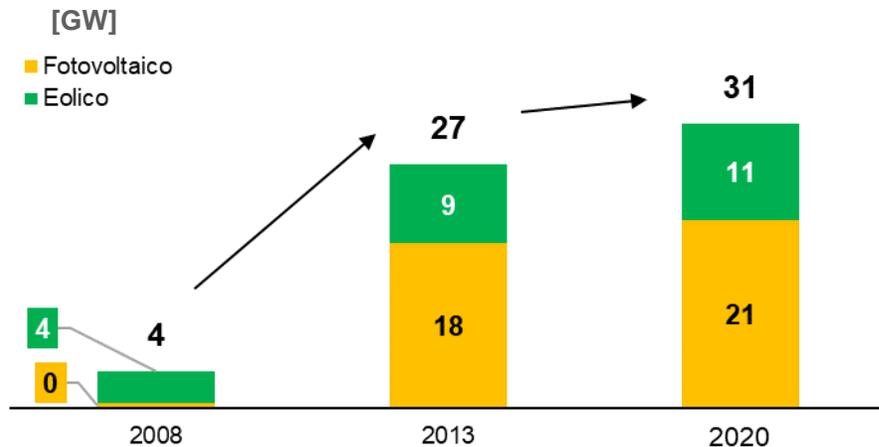


**Il raggiungimento degli obiettivi PNIEC implica un'importante trasformazione del parco di generazione a favore di un ampio sviluppo di impianti FER**

# Contesto di riferimento

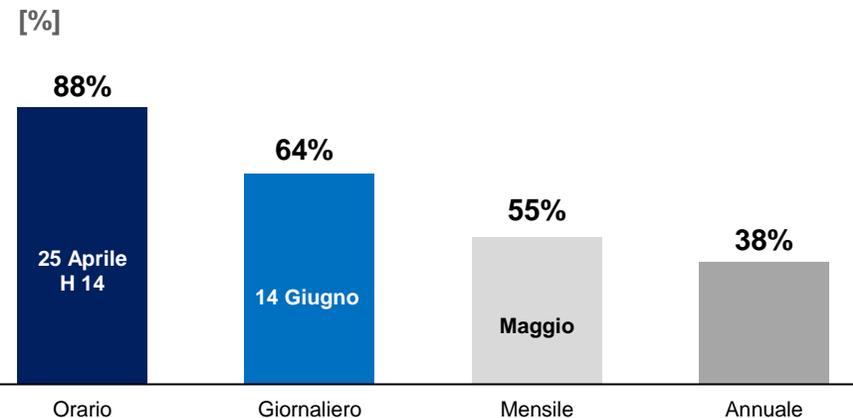
## Il Sistema Elettrico Italiano, situazione attuale: dati chiave

### Capacità Installata Eolico e Fotovoltaico



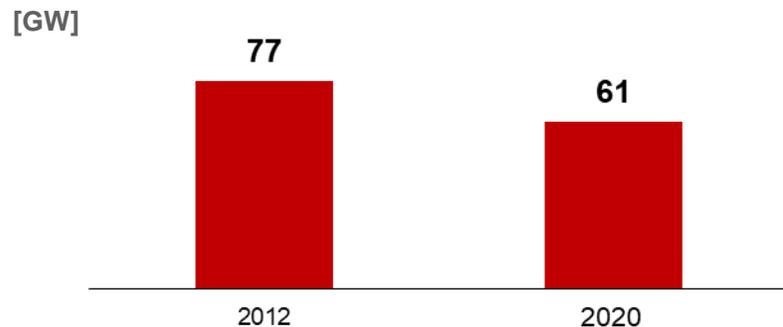
**Forte crescita del parco di generazione FER**

### Picchi di copertura del fabbisogno da FER (2020\*)



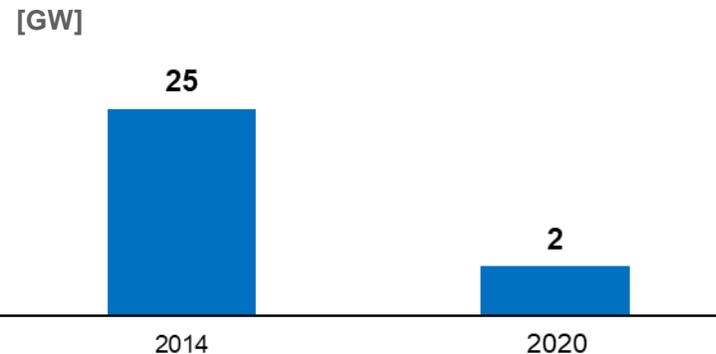
**Elevate quote di copertura del fabbisogno da FER**

### Capacità Termoelettrica



**Progressiva riduzione della capacità termica installata**

### Margine minimo annuo di adeguatezza



**Consequente riduzione del margine di adeguatezza**

# Impatti sulla gestione del Sistema Elettrico

## Principali evidenze

### Caratteristiche tecniche impianti FER



- ▶ Riduzione dell'**inerzia del sistema**
- ▶ Riduzione di risorse che forniscono **regolazione di frequenza e tensione**

### Non programmabilità impianti FER



- ▶ Riduzione del **margin** di adeguatezza
- ▶ Crescenti periodi di **over-generation** nelle ore centrali della giornata
- ▶ Crescente ripidità della **rampa serale del carico residuo**

### Localizzazione impianti FER



- ▶ Aumento **congestioni di rete** per localizzazione degli impianti FER
- ▶ Crescenti problematiche di **gestione del sistema**, dovute all'aumento della Generazione Distribuita

### Cambiamenti climatici



- ▶ Aumento dei **disservizi sulla rete elettrica**

**Le variazioni del contesto (incremento FER, dismissione di impianti termoelettrici, cambiamenti climatici) causano già oggi, e in misura maggiore negli scenari prospettici, significativi impatti sulle attività di gestione della rete**

# Impatti sulla gestione del Sistema Elettrico

## Fattori abilitanti della transizione energetica

1

### Investimenti di Rete

- **Potenziamento dorsali** Nord-Sud e **rinforzi di rete** Sud e Isole
- Investimenti per **regolazione tensione** ed aumento **inerzia del sistema**
- Rinforzo **Interconnessioni con estero** e magliatura rete AT nazionale
- **Interventi per la resilienza**

2

### Segnali di prezzo di lungo termine

- **Capacity Market** per promuovere investimenti in impianti di nuova generazione più efficiente e flessibile, che garantiscano effetti positivi sui prezzi dell'energia a lungo termine
- **Aste e contratti di acquisto di energia a lungo termine (PPA)** per impianti rinnovabili
- **Contrattualizzazione a lungo termine** tramite procedure competitive per nuova capacità di accumulo, anche idroelettrico

3

### Evoluzione ed Integrazione dei Mercati

- **Evoluzione della struttura e dei prodotti del mercato dei servizi** per far fronte alle nuove esigenze (regolazione di tensione, inerzia, ...)
- **«Nuove» risorse di flessibilità al mercato dei servizi:** domanda, generazione distribuita, accumuli FRNP, storage, *vehicle-to-grid*, ...
- **Integrazione progressiva con i mercati dei servizi europei**

4

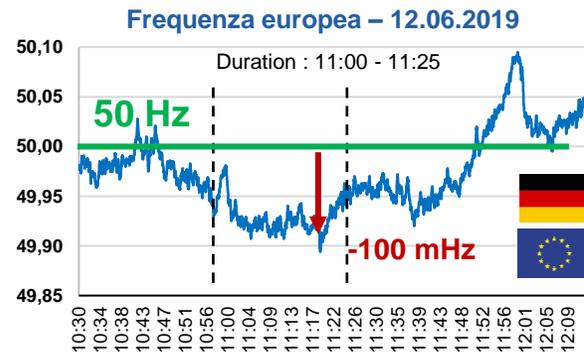
### Innovazione e digitalizzazione

- **Digitalizzazione della rete di trasmissione** (asset e processi) e della **gestione del Sistema Elettrico**
- **IoT diffuso, Sistemi Energetici e Materiali Evoluti**
- **Market Coupling**

**Tra i fattori abilitanti per la transizione energetica, sviluppare e sbloccare tutto il potenziale di risorse di flessibilità per il sistema elettrico gioca un ruolo centrale**

# Impatti sulla gestione del Sistema Elettrico

## Implicazioni sulla stabilità e sicurezza del sistema elettrico



12 giugno, 2019

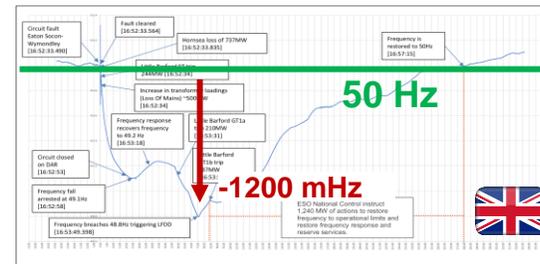
CAUSA

- **Errata previsione** della produzione rinnovabile in Germania
- **Deficit di quasi 6,5 GW in tempo reale**

EFFETTO

- Frequenza a 49,9 Hz
- Per 20 minuti, altissimo rischio di **disalimentazione di carico civile** sull'intero territorio europeo

Frequenza UK - 09.08.2019

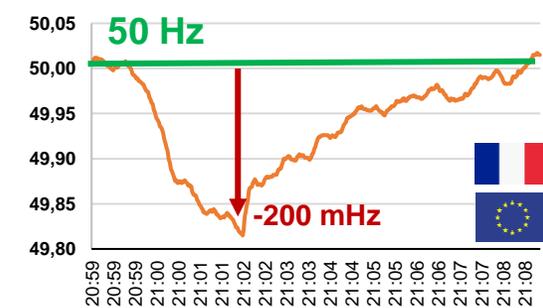


9 agosto, 2019

- **Perdita di generazione** a causa di fulmine
- **Deficit di oltre 2 GW in tempo reale**

- Frequenza a 48,8 Hz
- Per quasi 60 minuti, **1,1 milioni di utenti** staccati automaticamente in Gran Bretagna (tra cui ospedali)

Frequenza FR - 07.10.2019



7 ottobre, 2019

- **Perdita di un reattore nucleare** nel nord della Francia da 900 MW
- **Deficit di 3,5 GW in tempo reale**

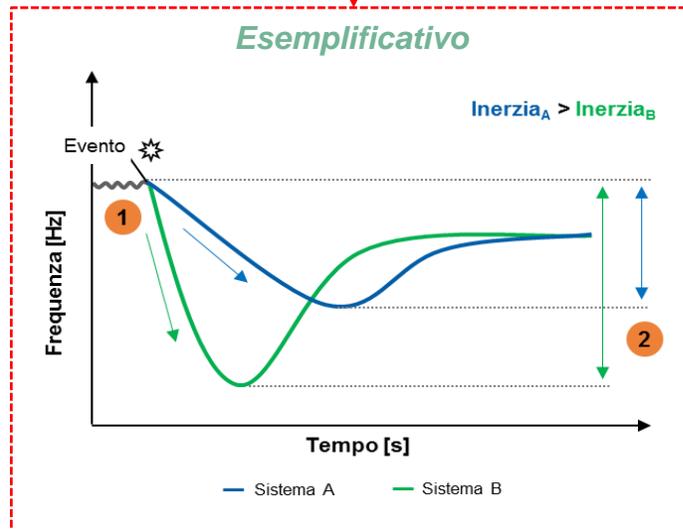
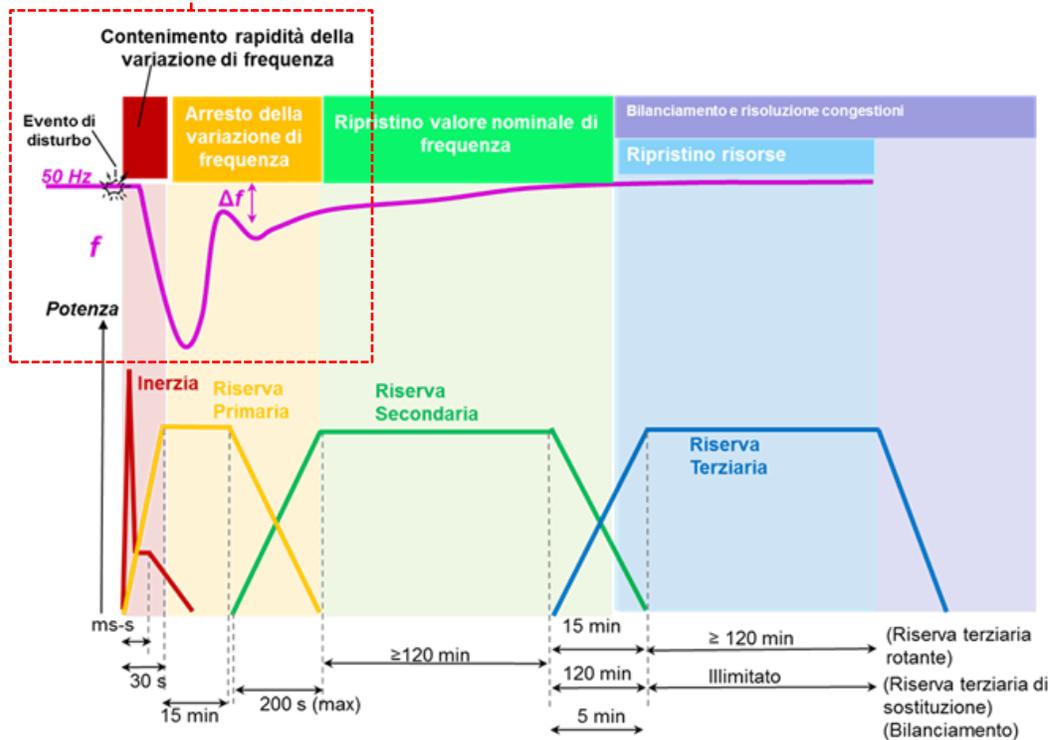
- Frequenza a 49,8 Hz
- **Distacco di carico interrompibile** in Francia per ca. 1400 MW.
- **Iniezione di 1.000 MW** nella rete europea da parte di Terna

**Evidenze di progressiva fragilità della rete sono significative e visibili in tutta Europa**

**L'integrazione di nuova capacità FER in un contesto di progressiva riduzione delle grandi unità di generazione richiede interventi strategici in termini di sviluppo rete, risorse di accumulo e flessibilità**

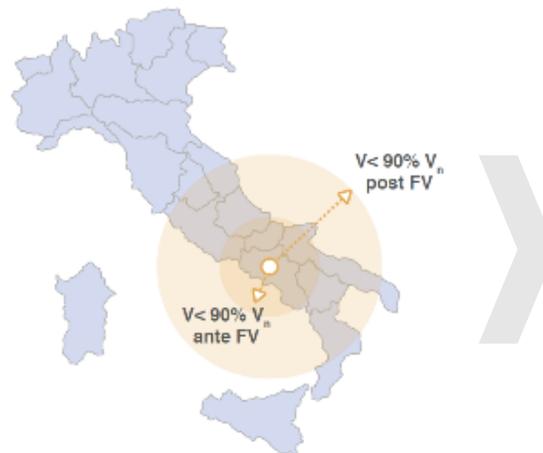
# Impatti sulla gestione del Sistema Elettrico

## Flessibilità e stabilità del sistema



In caso di un **evento perturbativo** (es. perdita potenza attiva), in un sistema con bassa inerzia (B vs. A):

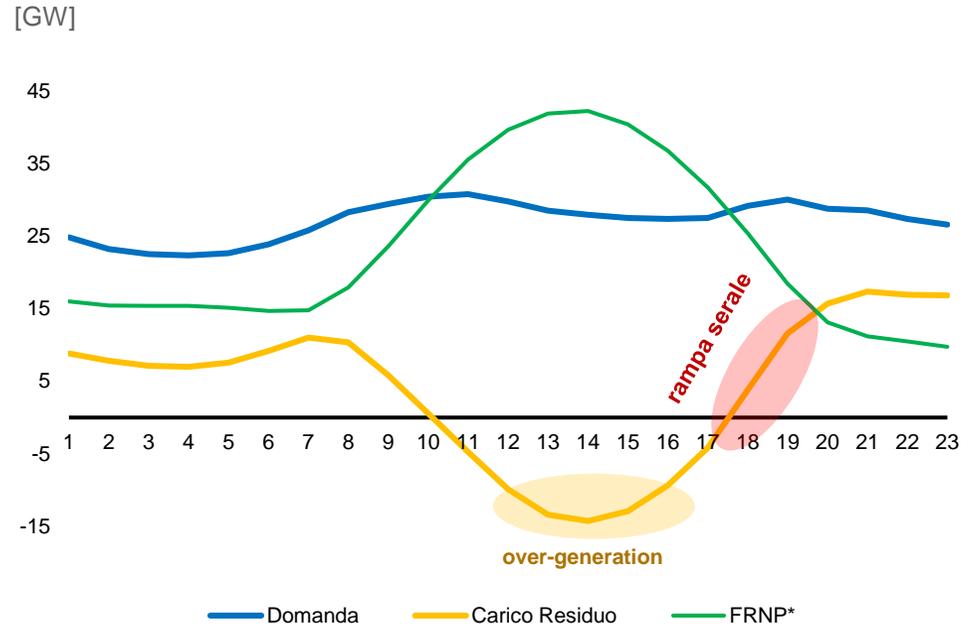
- 1 **La frequenza varia più rapidamente**, rendendo necessari sistemi di regolazione della frequenza sempre più veloci
- 2 **Lo scostamento massimo di frequenza è maggiore**. Con maggior rischio superamento limiti ammissibili ed eventi a cascata



In generale, con la riduzione di «massa rotante» si registra una **riduzione della potenza di cortocircuito** con conseguente maggiore instabilità della tensione in alcune zone di rete

**La riduzione dell'energia regolante, derivante dallo shift verso nuove risorse, determina la necessità di incrementare la flessibilità e la rapidità di risposta del sistema**

### Carico residuo nel 2030



- Incremento dei periodi di **over-generation** nelle ore centrali della giornata
- Aumento della ripidità della **rampa serale** del carico residuo

### Necessario incrementare la capacità di accumulo nelle zone Sud e Centro Sud entro il 2030

+ 6 GW di accumulo centralizzato

+ 4,5 GW di accumulo distribuito



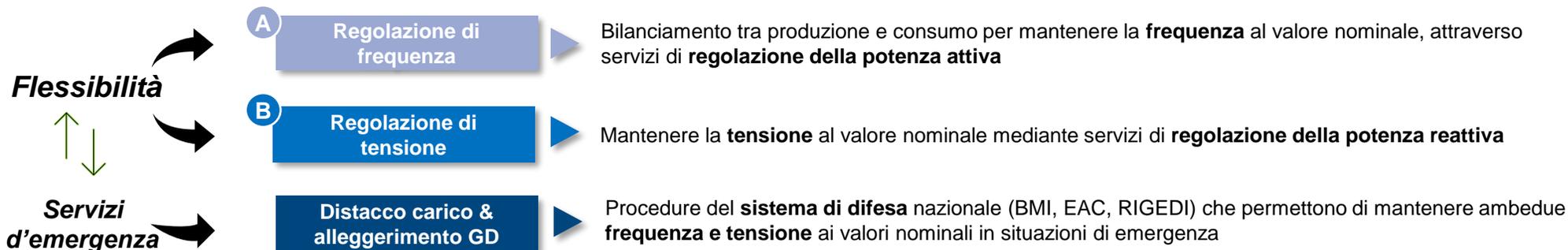
### OBIETTIVI:

- Riduzione dell'**overgeneration** e delle **congestioni di rete**
- **Copertura del fabbisogno** nelle ore di alto carico e nelle situazioni di scarsa produzione FRNP (ad esempio durante le rampe serali)
- Fornitura di servizi di **regolazione di frequenza e tensione** anche per periodo prolungati
- **Incremento della potenza di corto circuito e dell'inerzia del sistema**

**Necessaria la realizzazione di nuovi impianti di accumulo per far fronte a problematiche di overgeneration strutturale e per fornire servizi pregiati di supporto alla gestione in sicurezza del Sistema Elettrico**

# Impatti sulla gestione del Sistema Elettrico

## Flessibilità e servizi



**A**

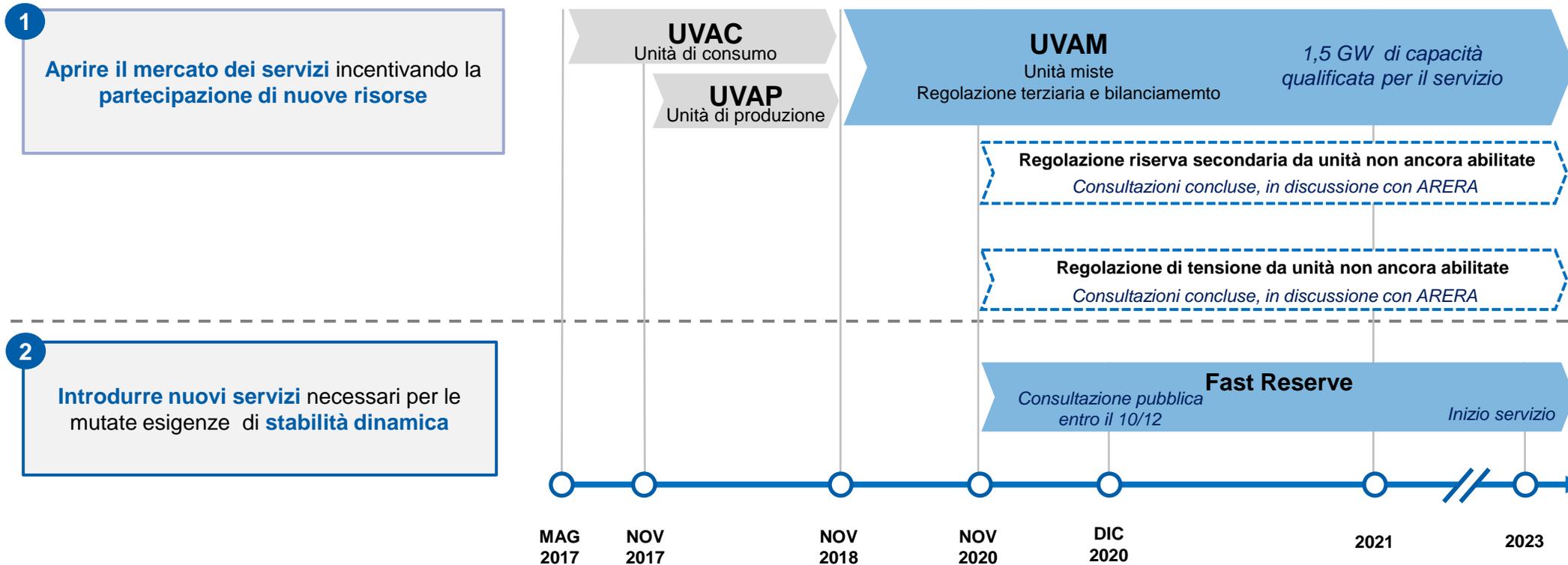
Risorse di rete	Servizi di frequenza				
	Termo-elettrico	FRNP	Consumo	Idro / Pompaggi	Batterie
Fast reserve*	✓	✗	✗	✗	✓
Primaria	✓	✗	✗	✓	✓
Secondaria	✓	✓↓	✓↑	✓	✓
Terziaria	✓	✓↓	✓↑	✓	✓
Risoluzione congestioni	✓	✓↓	✓↑	✓	✓
Bilanciamento	✓	✓↓	✓↑	✓	✓
Servizi emergenza	✗	✗	✓	✗	✓

**B**

Risorse di rete	Servizi di tensione					
	Termo-elettrico	FRNP	Batterie	Idro / Pompaggi	Consumo	Batterie
Primaria	✓	✓	✓	✓	✗	✓
Secondaria	✓	✓	✓	✓	✗	✓
Risoluzione congestioni	✓	✓	✓	✓	✗	✓

**Necessario ampliare il range di risorse in grado di fornire servizi di flessibilità: le DER rappresentano una dimensione trasversale, sempre più importante, delle risorse di rete**

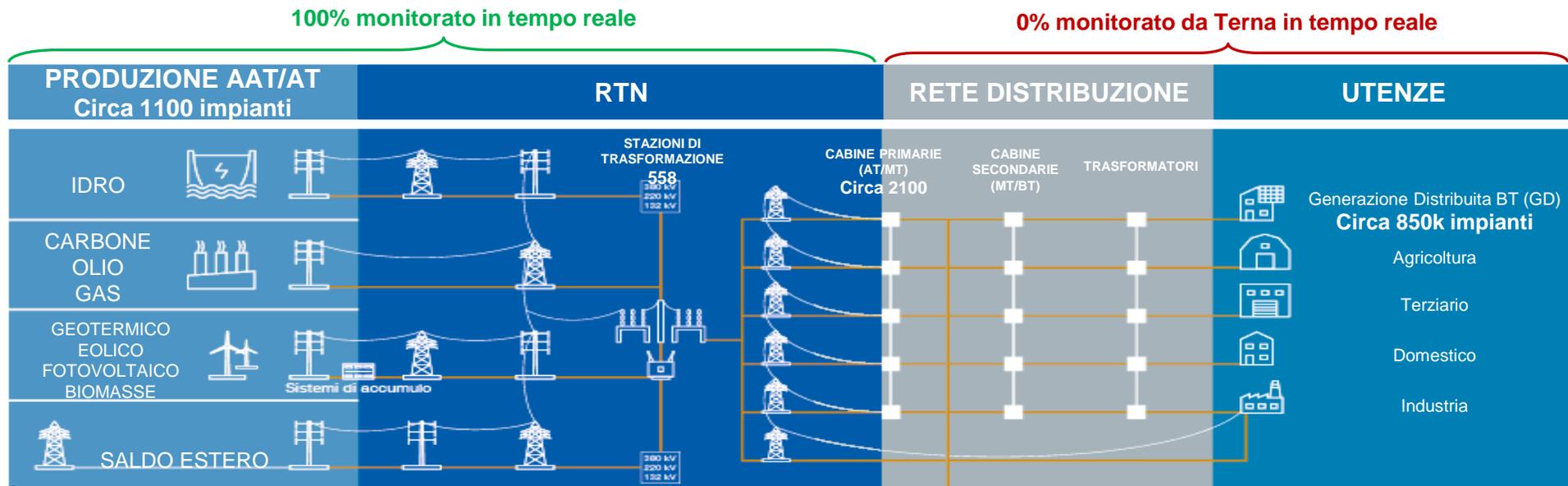
Il nuovo contesto elettrico determina l'esigenza di mettere in campo una **profonda revisione del mercato dei servizi** agendo su **due fronti**:



**A partire dal 2017, Terna ha avviato una serie di progetti pilota (Delibera 300 ARERA) finalizzati ad incrementare le risorse in grado di offrire servizi di rete ed esplicitare servizi che prima erano intrinsecamente forniti solo da impianti «tradizionali»**

# Impatti sulla gestione del Sistema Elettrico

## Flessibilità e risorse distribuite



Fonte <sup>1</sup>	AT/AAT	
	Num [x1000]	Pinst [GW]
SOLARE	0,1	1,4
IDRICO	0,4	23,2
EOLICO	0,3	9,7
TERMICO <sup>2</sup>	0,3	52,9
ALTRO	0,03	1
<b>Totale</b>	<b>1,1</b>	<b>88,2</b>
<b>Perimetro AT / AAT</b>		

MT		BT	
Num [x1000]	Pinst [GW]	Num [x1000]	Pinst [GW]
23,6	11,9	856,2	7,7
2,6	3,5	1,4	0,1
0,7	0,9	4,7	0,2
4,2	5,3	1,8	0,1
0	0,001	0	0
<b>31,1</b>	<b>21,4</b>	<b>864,1</b>	<b>8,1</b>
<b>Perimetro MT / BT</b>			
<b>895 k impianti</b>		<b>29,5 GW</b>	

Totale	
Num [x1000]	Pinst [GW]
879,9	21
4,4	26,8
5,7	10,8
6,3	58,3
0,03	1,001
<b>896,3</b>	<b>117,7</b>

In un Sistema Energetico contraddistinto da una forte crescita delle FER connesse in MT/BT e da un ruolo sempre più «attivo» ricoperto dai *prosumer* nella fornitura di flessibilità, l'osservabilità di tali risorse risulta fondamentale per la gestione in sicurezza del sistema

### Potenziali Benefici per il sistema

#### Prevedibilità profilo immissione e prelievo

- Migliore programmazione
- **Minore variabilità del carico residuale**
- Riduzione degli sbilanciamenti

#### Fornitura servizi ancillari e di flessibilità

- Servizi di regolazione tensione e **gestione congestioni**
- **Peak load shaving**, anche in situazioni di emergenza

#### Aumento della hosting capacity

- **Incremento margini sviluppo della generazione distribuita da FER**

### Esigenze R&D

#### Modellistica

Simulazioni di scenari con crescente livello di penetrazione di Microgrid per valutazioni resilienza di rete nonché capability ai punti di scambio

Contributo Living Grid



#### Piattaforme

Sviluppo piattaforme aggregazione-gestione risorse distribuite e «chain» tecnologica TLC (latenze, ricezione misure ed esecuzione dei comandi)



#### Sistemi difesa

Evoluzione-adequamento attuali procedure e sistemi di difesa del SEN, per consentire, in situazioni di emergenza, maggiore selettività di intervento



---



# Backup

Grazie per l'attenzione!