



Autorità per l'energia elettrica il gas e il sistema idrico

La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

Carlo Turconi

Direzione Infrastrutture Unbundling e Certificazione

Fiera Milano, Rho 9 maggio 2014

www.autorita.energia.it



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

- Competenze AEEGSI
- Accenni teorici sull'energia reattiva
- Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel
- Impatto dell'energia reattiva sulle reti
- Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel

- **Competenze AEEGSI**
- **Accenni teorici sull'energia reattiva**
- **Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel**
- **Impatto dell'energia reattiva sulle reti**
- **Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel**



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

- **Competenze AEEGSI**
- Accenni teorici sull'energia reattiva
- Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel
- Impatto dell'energia reattiva sulle reti
- Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel

LEGGE 14 novembre 1995, n. 481

- ... promozione dell'efficienza nel settore dei servizi di pubblica utilità ...
- ... stabilisce le tariffe ... in modo da assicurare la qualità, l'efficienza del servizio ... la realizzazione degli obiettivi generali di tutela ambientale e di uso efficiente delle risorse ... l'aderenza ai costi effettivi
- ... pubblicizza e diffonde la conoscenza delle condizioni di svolgimento dei servizi ...



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

- Competenze AEEGSI
- **Accenni teorici sull'energia reattiva**
- Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel
- **Impatto dell'energia reattiva sulle reti**
- **Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel**

Reti radiali (MT-BT):

- riduzione della **capacità di trasporto** della potenza attiva
- aumento **perdite di rete**

Reti magliate (AT-AAT):

- possibile criticità nel mantenimento di un adeguato **profilo di tensione**
- aumento **perdite di rete**



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

Capacità di trasporto: teoria semplificata

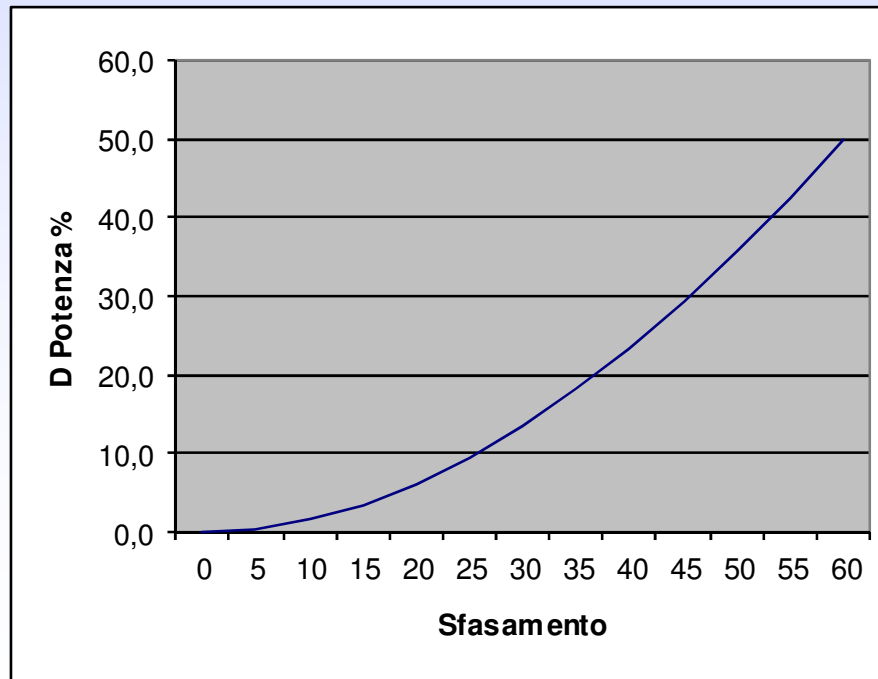
- Competenze AEEGSI
- **Accenni teorici sull'energia reattiva**
- Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel
- Impatto dell'energia reattiva sulle reti
- Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel

$$\Delta P/P = 1 - \text{Cos } \varphi$$

Dove:

P è la potenza attiva massima trasmissibile attraverso la linea

ΔP è la variazione di potenza attiva massima trasmissibile in linea in funzione del $\text{Cos } \varphi$



$$\text{Cos } \varphi = 0,9 : \Delta P/P = 10 \%$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,95 : \Delta P/P = 5 \%$$

$$\text{Cos } \varphi = 1 : \Delta P/P = 0 \%$$



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

Perdite di rete: teoria semplificata

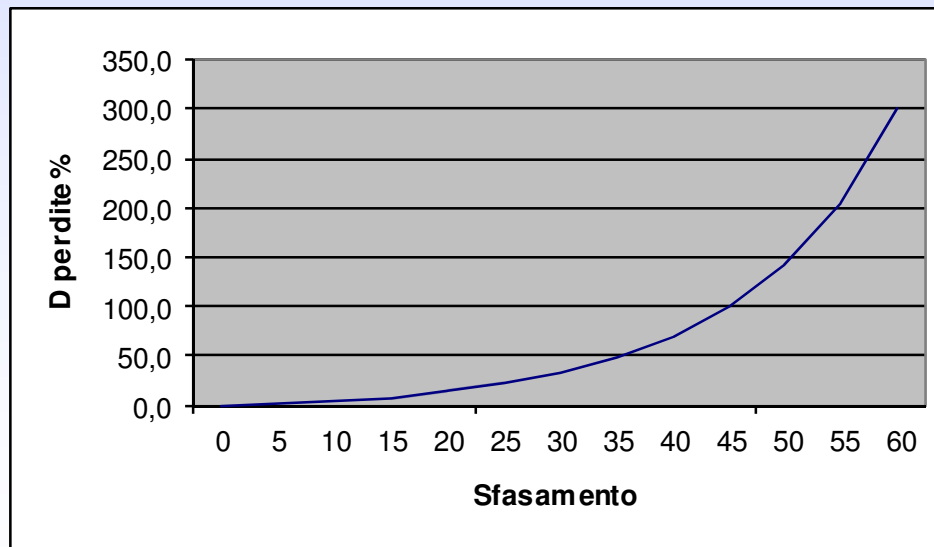
- Competenze AEEGSI
- **Accenni teorici sull'energia reattiva**
- Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel
- Impatto dell'energia reattiva sulle reti
- Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel

$$\Delta P/P = (1/\text{Cos}^2 \varphi - 1)$$

Dove:

P sono le perdite di potenza attiva in linea con fattore di potenza unitario

ΔP è variazione delle perdite di linea a parità di potenza attiva trasportata in funzione del $\text{Cos } \varphi$



$$\text{Cos } \varphi = 0,9 : \Delta P/P = 24 \%$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,95 : \Delta P/P = 11 \%$$

$$\text{Cos } \varphi = 1 : \Delta P/P = 0 \%$$



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

- Competenze AEEGSI
- Accenni teorici sull'energia reattiva
- **Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel**
- Impatto dell'energia reattiva sulle reti
- Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel

Corrispettivi attuali per prelievi di reattiva

Tipologia di contratto di cui al comma 2.2	Energia reattiva compresa tra il 50 e il 75% dell'energia attiva	Energia reattiva eccedente il 75% dell'energia attiva
	centesimi di euro/kvarh	centesimi di euro/kvarh
lettera a) UtENZE domestiche in bassa tensione	3,23	4,21
lettera b) UtENZE in bassa tensione di illuminazione pubblica	3,23	4,21
lettera c) UtENZE in bassa tensione per alimentazione infrastrutture di ricarica pubblica di veicoli elettrici	3,23	4,21
lettera d) Altre utENZE in bassa tensione	3,23	4,21
lettera e) UtENZE in media tensione di illuminazione pubblica	1,51	1,89
lettera g) Altre utENZE in media tensione	1,51	1,89
lettera h) UtENZE in alta tensione	0,86	1,10
lettera i) UtENZE in altissima tensione, con tensione inferiore a 380 kV	0,86	1,10
lettera j) UtENZE in altissima tensione, con tensione uguale o superiore a 380 kV	0,86	1,10

Dove: $Q/P = 50\% \dots \cos \varphi = 0,9$

$Q/P = 75\% \dots \cos \varphi = 0,8$



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

Sono stati oggetto (anno 2008) di penale i prelievi BT ed MT:

$0,8 < \text{Cos } \varphi < 0,9$: circa 4 TVArh/anno

$\text{Cos } \varphi < 0,8$: circa 1,5 TVArh/anno

Clienti AT: 47 TWh/anno

Clienti MT: 100 TWh/anno

Clienti BT: 137 TWh/anno

di cui:

Clienti BT domestici: 62 TWh/anno

Clienti BT non domestici: 75 TWh/anno

- Competenze AEEGSI
- Accenni teorici sull'energia reattiva
- Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel
- **Impatto dell'energia reattiva sulle reti**
- Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

- Competenze AEEGSI
- Accenni teorici sull'energia reattiva
- Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel
- **Impatto dell'energia reattiva sulle reti**
- Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel

Per utenti MT (anno 2008):

- Energia reattiva con $\text{Cos } \varphi = 0,9$: 48,5 TVARh
- Energia reattiva con $\text{Cos } \varphi$ compreso tra 0,9 e 0,8: 2,2 TVARh
- Energia reattiva con $\text{Cos } \varphi$ inferiore a 0,8: 0,75 TVARh.

Il complesso ai clienti serviti in MT assorbe circa 51,5 TVARh, corrispondente a un $\text{Cos } \varphi$ medio annuo pari a 0,89.



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

- Competenze AEEGSI
- Accenni teorici sull'energia reattiva
- Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel
- **Impatto dell'energia reattiva sulle reti**
- Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel

Per utenti BT > 16,5 kW (anno 2008):

- Energia reattiva con $\text{Cos } \varphi = 0,9$: 36,3 TVARh
- Energia reattiva con $\text{Cos } \varphi$ compreso tra 0,9 e 0,8: 1,7 TVARh
- Energia reattiva con $\text{Cos } \varphi$ inferiore a 0,8: 0,6 TVARh

Il complesso dei clienti serviti in BT > 16,5 kW assorbe circa 75 TWh e 38,6 TVARh, corrispondente a un $\text{Cos } \varphi$ medio annuo pari a 0,89.

Per utenti BT \leq 16,5 kW (anno 2008):

Il complesso dei clienti serviti in BT \leq 16,5 kW assorbe circa 62 TWh e 26,4 TVARh, con un $\text{Cos } \varphi$ medio annuo stimato pari a 0,92.



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

- Competenze AEEGSI
- Accenni teorici sull'energia reattiva
- Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel
- **Impatto dell'energia reattiva sulle reti**
- Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel

Simulazioni effettuate reti MT:

Caso 1: rifasamento di tutto il carico sotteso alla rete MT, costituito dai clienti finali direttamente connessi alla rete MT e dalle cabine secondarie MT/BT

Caso 2: rifasamento dei soli clienti finali direttamente connessi alla rete MT

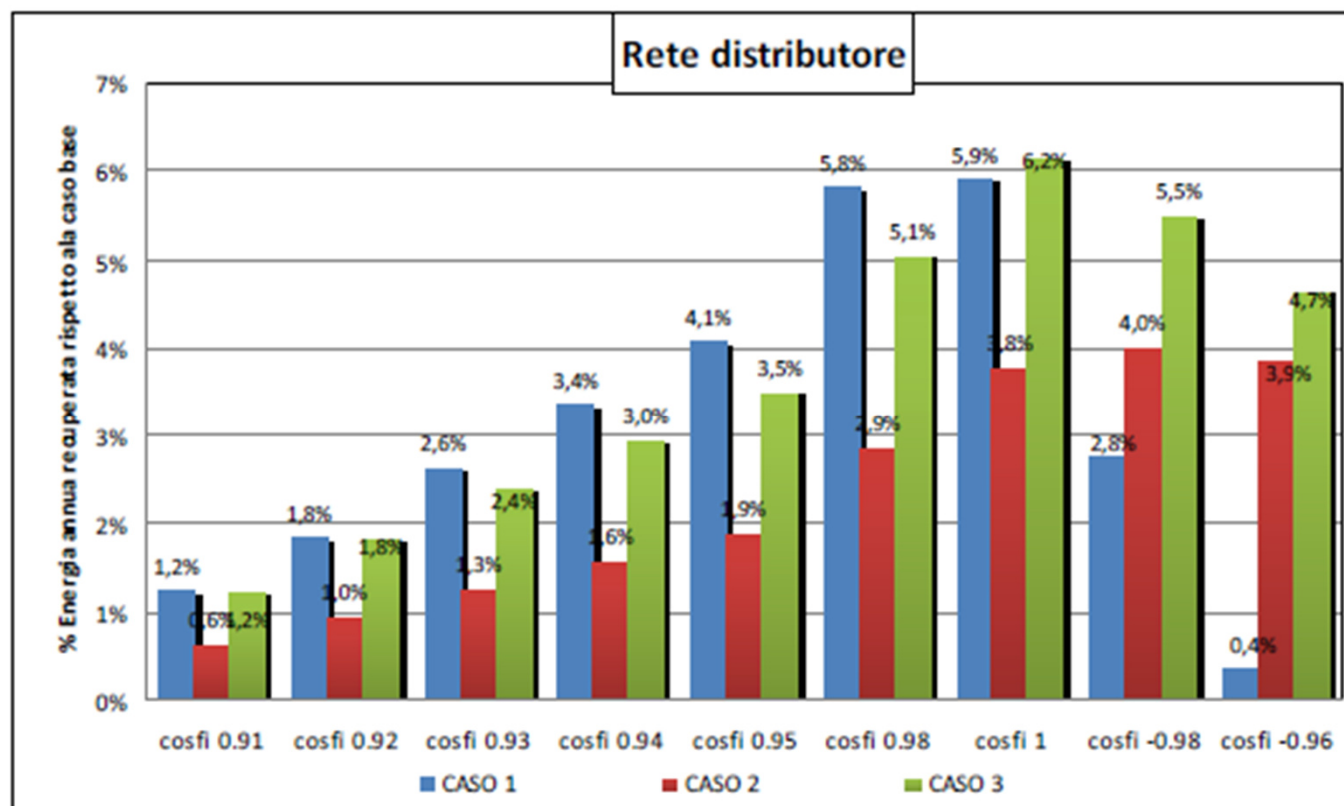
Caso 3: rifasamento dei clienti finali direttamente connessi alla rete MT e dei clienti finali non domestici connessi alla rete BT



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

- Competenze AEEGSI
- Accenni teorici sull'energia reattiva
- Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel
- **Impatto dell'energia reattiva sulle reti**
- Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel

Riduzione perdite reti MT



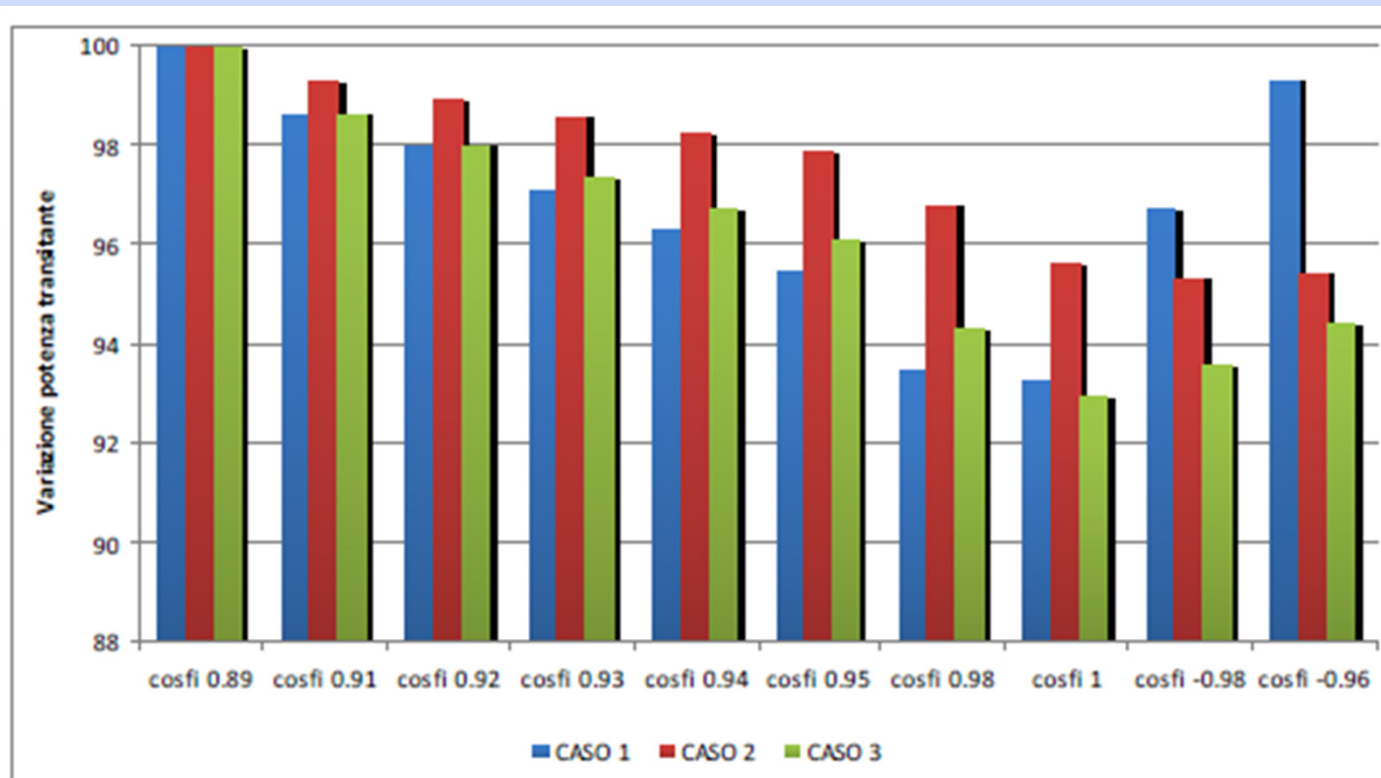
- 1: rif. tutta MT
- 2: rif. clienti MT,
- 3: rif. clienti MT e BT non dom.



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

- Competenze AEEGSI
- Accenni teorici sull'energia reattiva
- Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel
- **Impatto dell'energia reattiva sulle reti**
- Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel

Utilizzo capacità di trasporto reti MT



1: rif. MT
2: rif. clienti MT,
3: rif. clienti MT e
BT non dom.



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

- Competenze AEEGSI
- Accenni teorici sull'energia reattiva
- Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel
- **Impatto dell'energia reattiva sulle reti**
- Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel

Simulazioni effettuate reti BT:

Caso 1: rifasamento di tutti i clienti finali BT

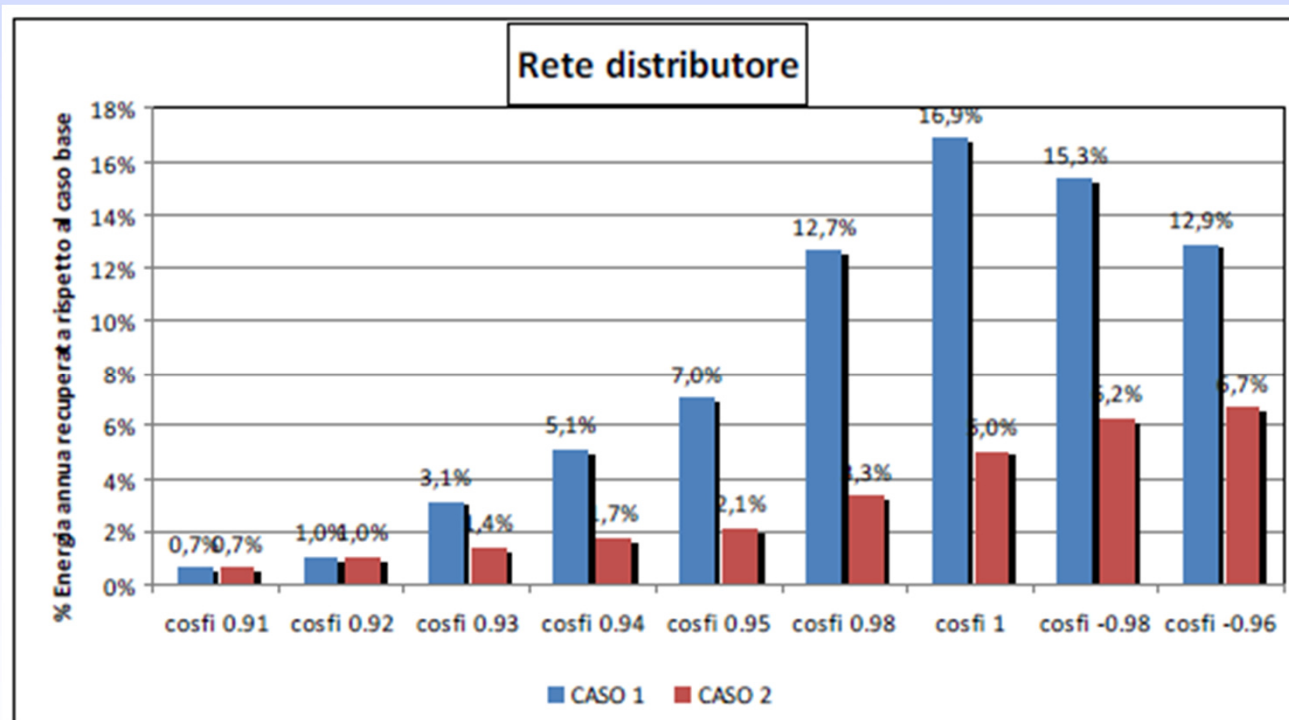
Caso 2: rifasamento dei soli clienti finali BT > 16,5 kW



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

- Competenze AEEGSI
- Accenni teorici sull'energia reattiva
- Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel
- **Impatto dell'energia reattiva sulle reti**
- Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel

Riduzione perdite reti BT



1: rif. BT

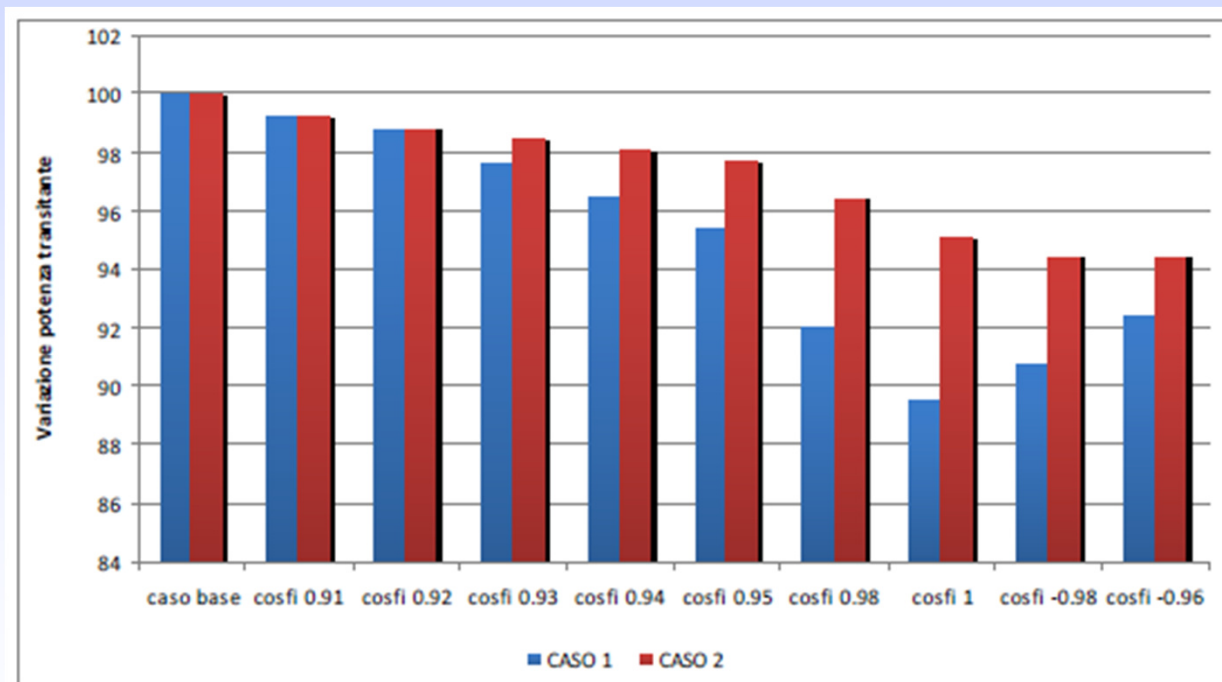
2: rif. BT > 16,5 kW



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

- Competenze AEEGSI
- Accenni teorici sull'energia reattiva
- Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel
- **Impatto dell'energia reattiva sulle reti**
- Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel

Utilizzo capacità di trasporto reti BT



1: rif. BT

2: rif. BT > 16,5 kW



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

- Competenze AEEGSI
- Accenni teorici sull'energia reattiva
- Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel
- **Impatto dell'energia reattiva sulle reti**
- Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel

Beneficio rifasamento_capacità di trasporto

Percentuale di riduzione dell'impegno della capacità di trasporto sulle reti	Rifasamento di tutti i clienti connessi alle reti MT e BT		Rifasamento di tutti i clienti connessi alle reti MT e dei soli clienti non domestici oltre 16,5 kW connessi alle reti BT	
	cos ϕ pari a 0,95	cos ϕ pari a 1	cos ϕ pari a 0,95	cos ϕ pari a 1
Reti MT (%)	4,5	6,5	4	7
Reti BT (%)	4,5	10,5	2,2	5



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

- Competenze AEEGSI
- Accenni teorici sull'energia reattiva
- Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel
- **Impatto dell'energia reattiva sulle reti**
- Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel

Beneficio rifasamento_perdite di rete

Percentuale di riduzione delle perdite di energia elettrica sulle reti	Rifasamento di tutti i clienti connessi alle reti MT e BT		Rifasamento di tutti i clienti connessi alle reti MT e dei soli clienti non domestici oltre 16,5 kW connessi alle reti BT	
	cos φ pari a 0,95	cos φ pari a 1	cos φ pari a 0,95	cos φ pari a 1
Riduzione delle perdite delle reti MT (%)	4,1	5,9	3,5	6,2
Riduzione delle perdite delle reti BT (%)	7	16,9	2,1	5



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

- Competenze AEEGSI
- Accenni teorici sull'energia reattiva
- Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel
- Impatto dell'energia reattiva sulle reti
- **Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel**

Obiettivi:

- migliorare l'aderenza ai costi da parte delle tariffe per l'uso dell'infrastruttura
- fornire corretti segnali di prezzo a operatori di rete e clienti finali
- favorire una redistribuzione dei benefici del rifasamento tra i clienti finali: oggi i corrispettivi non costituiscono un ricavo per le imprese distributrici
- mantenere un sistema tariffario semplice e trasparente



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

- Competenze AEEGSI
- Accenni teorici sull'energia reattiva
- Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel
- Impatto dell'energia reattiva sulle reti
- **Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel**

Aspetti preliminari:

- intervenire attualmente solo sulle reti MT e BT
- corrispettivi costruiti in modo da riflettere il più possibile i costi
- soglie di minimo $\cos \varphi$ ammesso, per garantire l'efficienza e la sicurezza del sistema
- periodi di alto e basso carico, con eventuali differenziazioni dei corrispettivi per i prelievi di energia attiva
- in vigore dal 2016



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

- Competenze AEEGSI
- Accenni teorici sull'energia reattiva
- Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel
- Impatto dell'energia reattiva sulle reti
- **Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel**

Aspetti di dettaglio:

- minimo $\text{Cos } \varphi$ istantaneo col massimo carico per prelievi nei periodi di alto carico pari a 0,9
- minimo $\text{Cos } \varphi$ medio mensile pari a 0,7
- non consentita immissione di reattiva in rete per clienti finali
- coinvolti i clienti finali MT e BT $> 16,5$ kW
- due soglie di corrispettivo corrispondenti a:
 - $\text{Cos } \varphi < 0,8$
 - $0,8 < \text{Cos } \varphi < 0,95$
- da definire i periodi di alto e basso carico ed i corrispettivi corrispondenti



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

Aspetti di dettaglio componente costi infrastruttura (€/kVArh)

$$p = \frac{CCAP}{kWh} * \frac{\Delta\%kVA}{\Delta \tan \varphi}$$

dove:

- CCAP sono i costi di capitale
- $\Delta\%kVA$ è la variazione della potenza apparente rispetto a quella con $\cos \varphi$ ammesso ($\cos \varphi_{lim}$)
- $\Delta \tan \varphi$ è la variazione, tra $\cos \varphi$ e $\cos \varphi_{lim}$ del consumo di reattiva per unità di attiva

- Competenze AEEGSI
- Accenni teorici sull'energia reattiva
- Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel
- Impatto dell'energia reattiva sulle reti
- **Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel**

$$\Delta\%kVA = \frac{\frac{1}{\cos \varphi} - \frac{1}{\cos \varphi_{lim}}}{\frac{1}{\cos \varphi_{lim}}}$$

$$\Delta \tan \varphi = \tan \varphi - \tan \varphi_{lim}$$



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

- Competenze AEEGSI
- Accenni teorici sull'energia reattiva
- Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel
- Impatto dell'energia reattiva sulle reti
- **Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel**

Aspetti di dettaglio_tabella allocazione costi di capitale

Livello tensione porzione rete	Livello tensione punti di prelievo		
	AAT,AT	MT	BT
AAT,AT	X	X	X
MT		X	X
BT			X



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

Aspetti di dettaglio componente perdite di rete (€/kVAr/h)

- Competenze AEEGSI
- Accenni teorici sull'energia reattiva
- Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel
- Impatto dell'energia reattiva sulle reti
- **Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel**

$$e = w_{ep} * \frac{\Delta \% \Lambda}{\Delta \tan \varphi} * \% P_p$$

dove:

- w_{ep} è il prezzo medio dell'energia
- $\Delta \% \Lambda$ è la variazione percentuale delle perdite di rete
- $\% P_p$ sono le perdite di rete standard

$$\Delta \% \Lambda = \frac{\frac{1}{\cos^2 \varphi} - \frac{1}{\cos^2 \varphi_{lim}}}{\frac{1}{\cos^2 \varphi_{lim}}}$$

$$\Delta \tan \varphi = \tan \varphi - \tan \varphi_{lim}$$



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

Aspetti di dettaglio_corrispettivi

- Competenze AEEGSI
- Accenni teorici sull'energia reattiva
- Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel
- Impatto dell'energia reattiva sulle reti
- **Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel**

	Punti di prelievo in media tensione centesimi di euro/kVArh	Punti di prelievo in bassa tensione centesimi di euro/kVArh
Energia reattiva compresa tra il 33% ed il 75% dell'energia attiva nei periodi di alto carico	<i>reatt_1_{MT}</i>	<i>reatt_1_{BT}</i>
Energia reattiva eccedente il 75% dell'energia attiva nei periodi di alto carico	<i>reatt_2_{MT}</i>	<i>reatt_2_{BT}</i>
Energia reattiva nei periodi di basso carico	0	0

I corrispettivi sono ottenuti mediando ($p+e$) negli intervalli considerati



La regolazione dei prelievi di energia reattiva in media e bassa tensione

- Competenze AEEGSI
- Accenni teorici sull'energia reattiva
- Regolamentazione pre del. 180/2013/R/eel
- Impatto dell'energia reattiva sulle reti
- **Nuova regolamentazione: i contenuti della deliberazione 180/2012/R/eel**

Prossime attività:

- Determinazione corrispettivi *pro forma*
- Diffusione regolazione del. 180/2012/R/eel
- Regolazione reattiva AT – AAT

