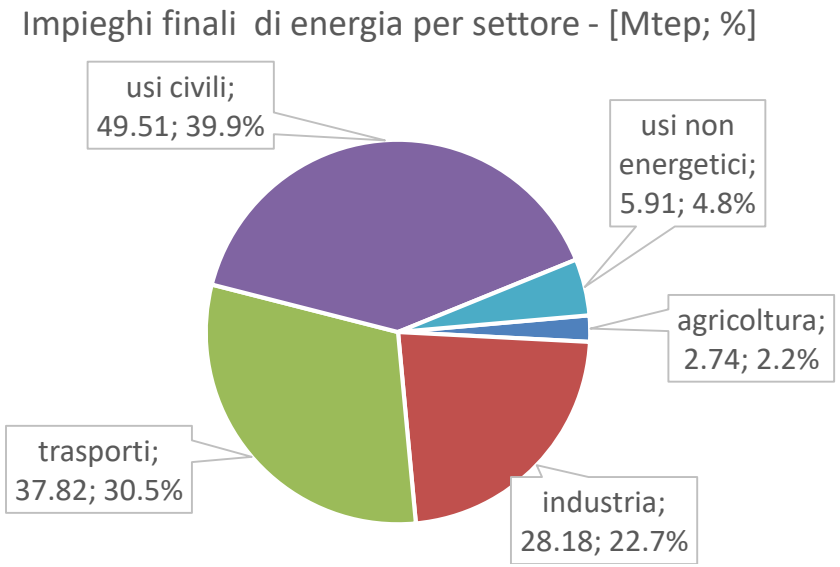
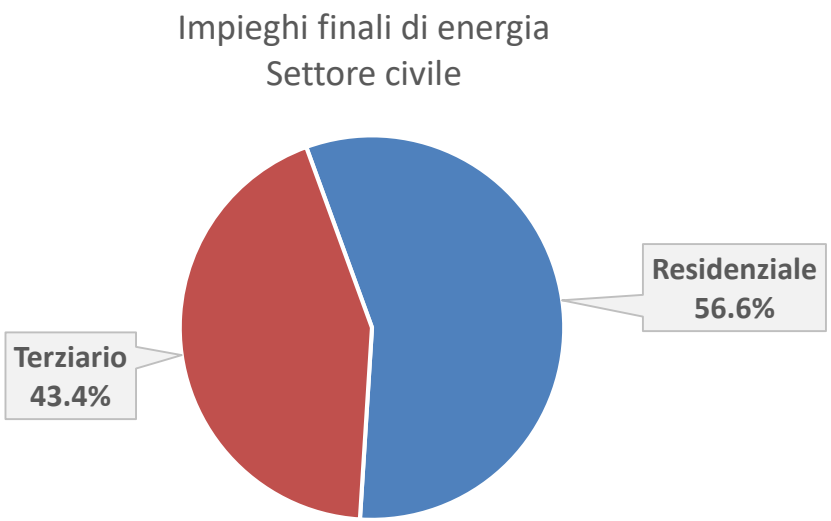
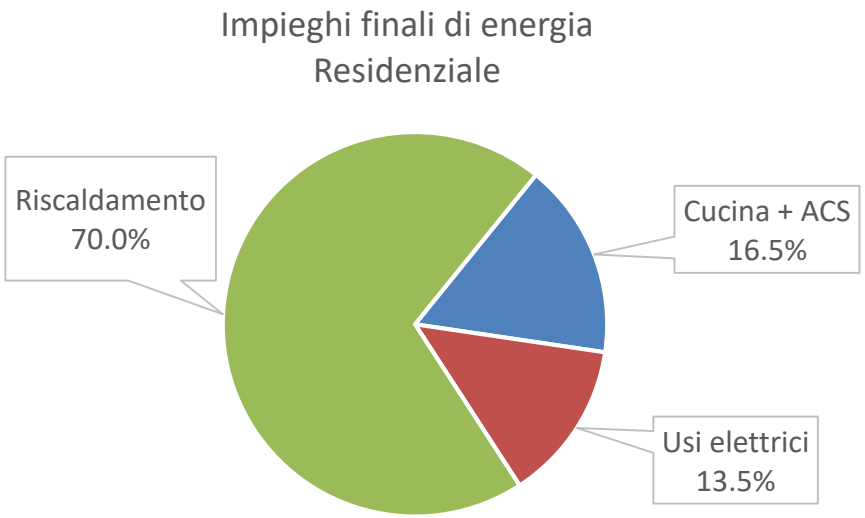
SISTEMA ELETTRICO E ACCUMULI

Francesco Mancini
Università La Sapienza di Roma
francesco.mancini@uniroma1.it
www.ingenergia.it

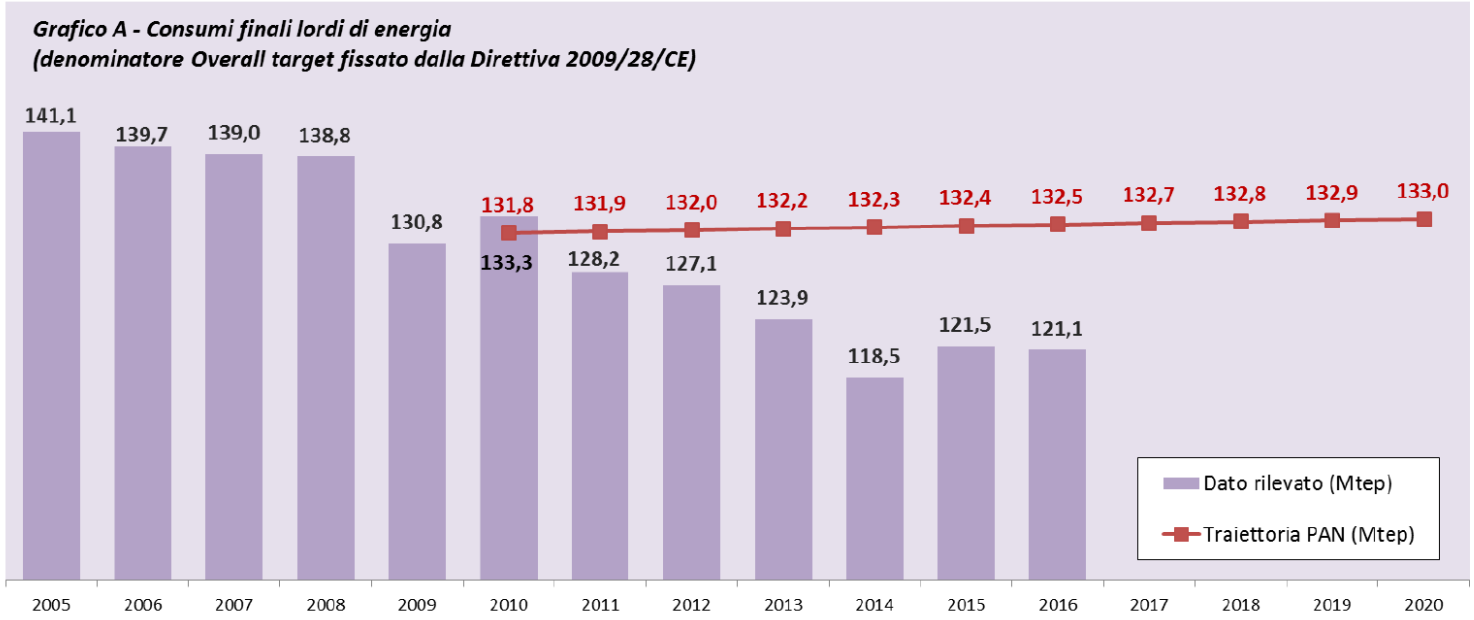
Usi finali di energia, Italia (124 Mtep)

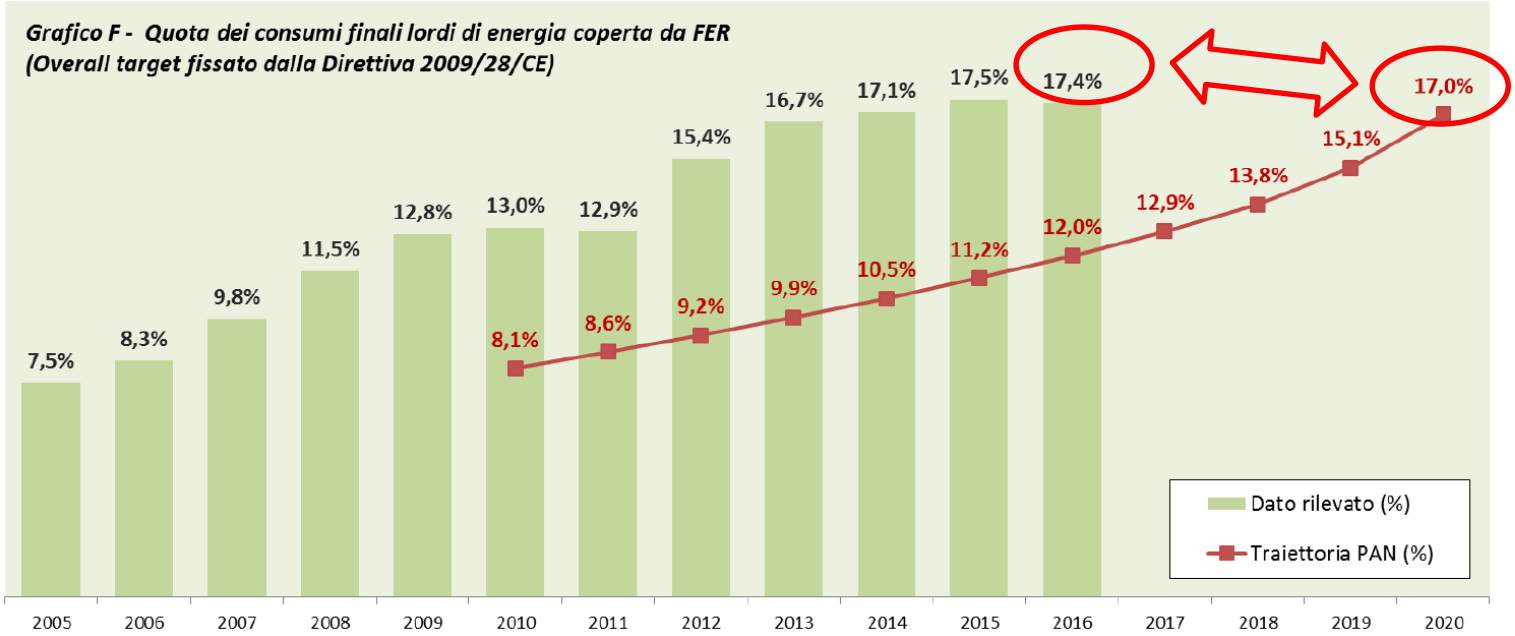




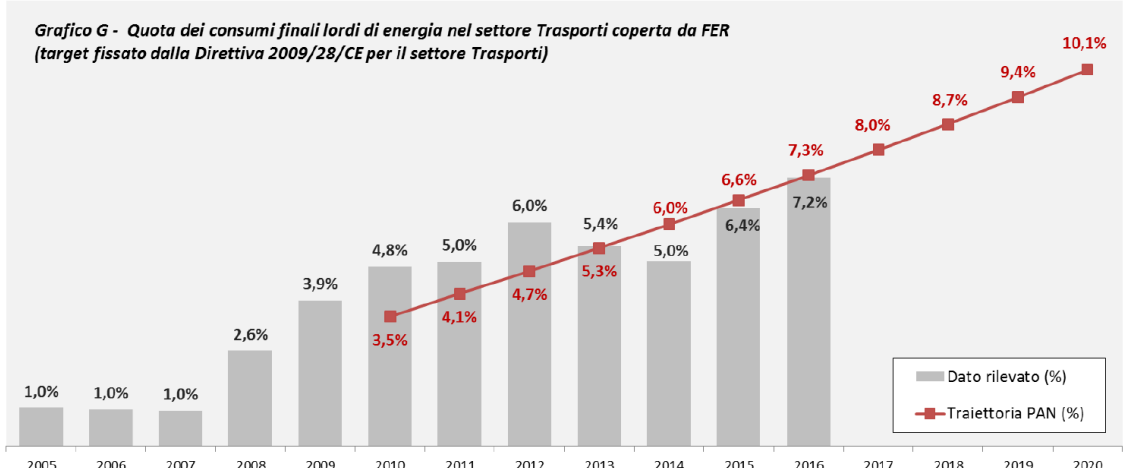


Consumi finali lordi di energia (Elettricità, trasporti, R&R)

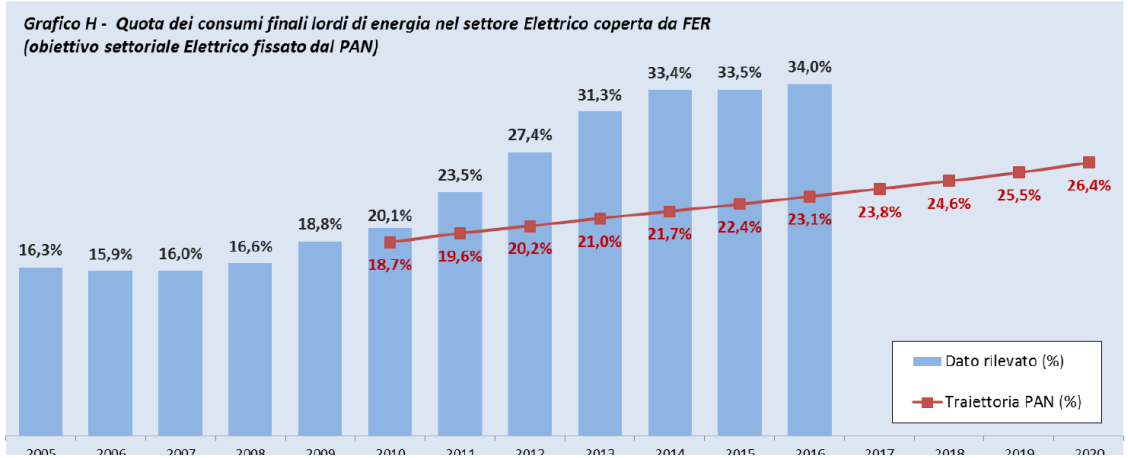




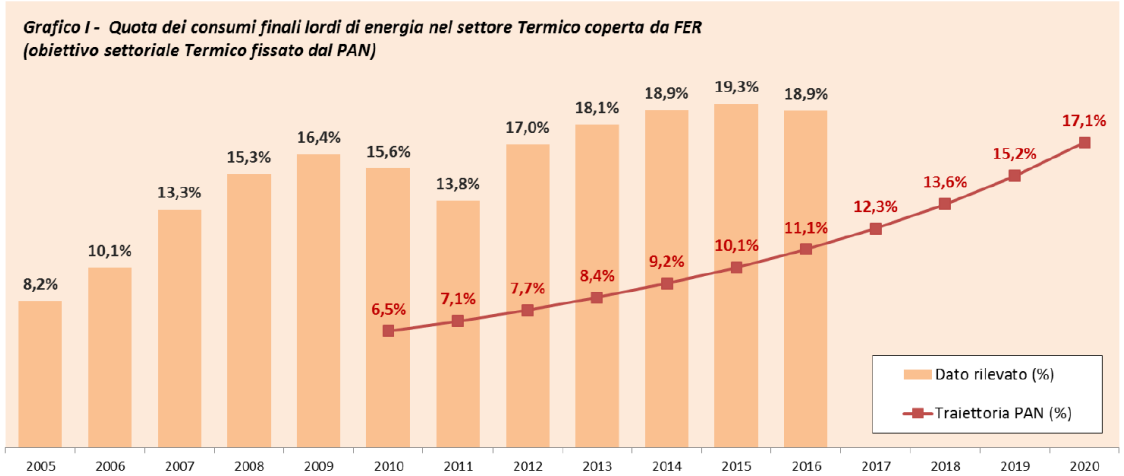
Quote copertura fabbisogni energetici da fonte rinnovabile



Trasporti



Elettricità



R&R

Composizione dei consumi finali lordi di energia da FER nel 2016

Valori in ktep

Consumi finali lordi di energia da fonti rinnovabili — **21.081**

- **Produzione di elettricità e produzione di calore destinato alla vendita (settore della trasformazione)**
  - Elettricità prodotta: **9.504**
  - Calore prodotto: **928**
  - **Impianti cogenerativi (CHP)**
    - Elettricità prodotta: **994**
    - Calore prodotto: **831**

	Elettricità	Calore
Rifiuti (frazione biodeg.)	103	130
Biomassa solida	163	451
Biogas	446	208
Bioliquidi sostenibili	116	42

  - **Impianti di sola generazione elettrica**
    - Elettricità prodotta: **8.510**

	Elettricità
Geotermica	541
Rifiuti (frazione biodeg.)	108
Biomassa solida	188
Biogas	264
Bioliquidi sostenibili	282
Idraulica (normalizzata)	3.972
Eolica (normalizzata)	1.420
Solare	1.901

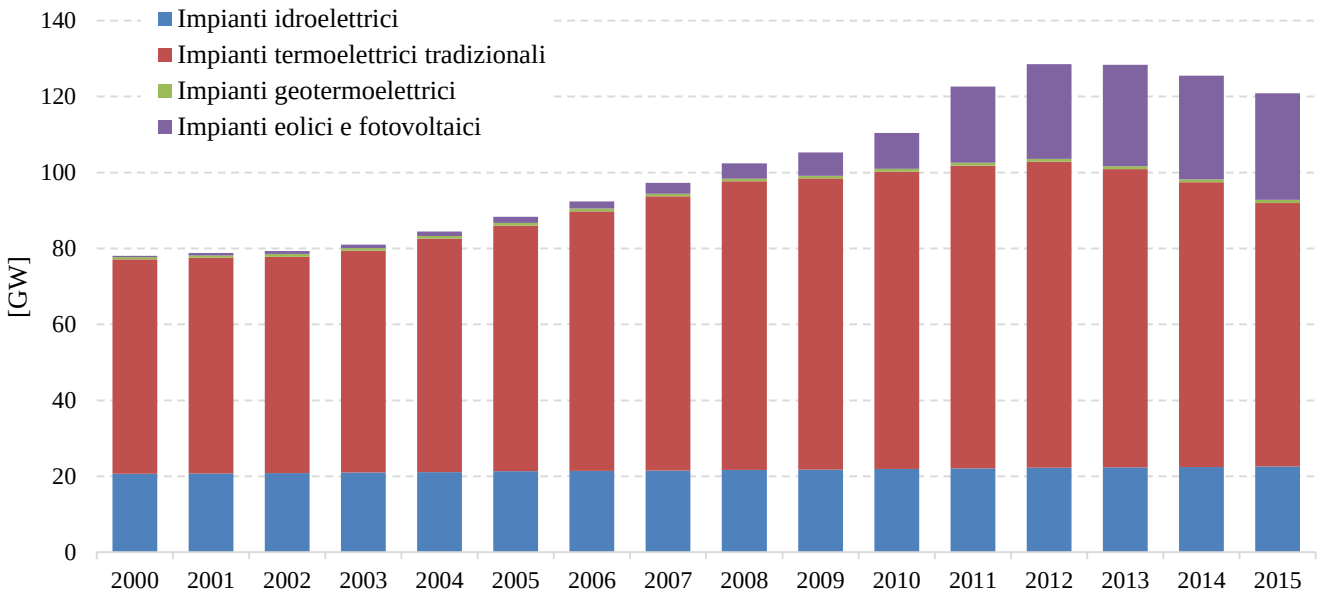
  - **Impianti di sola generazione termica**
    - Calore prodotto: **97**

	Calore
Solare	0,1
Geotermica	19
Biomassa solida	78
Biogas	0,2
Bioliquidi sostenibili	-

- **Energia da fonti rinnovabili per i trasporti (consumo di biocarburanti)** — **1.039**
- **Consumi diretti delle fonti per riscaldamento** — **9.611**

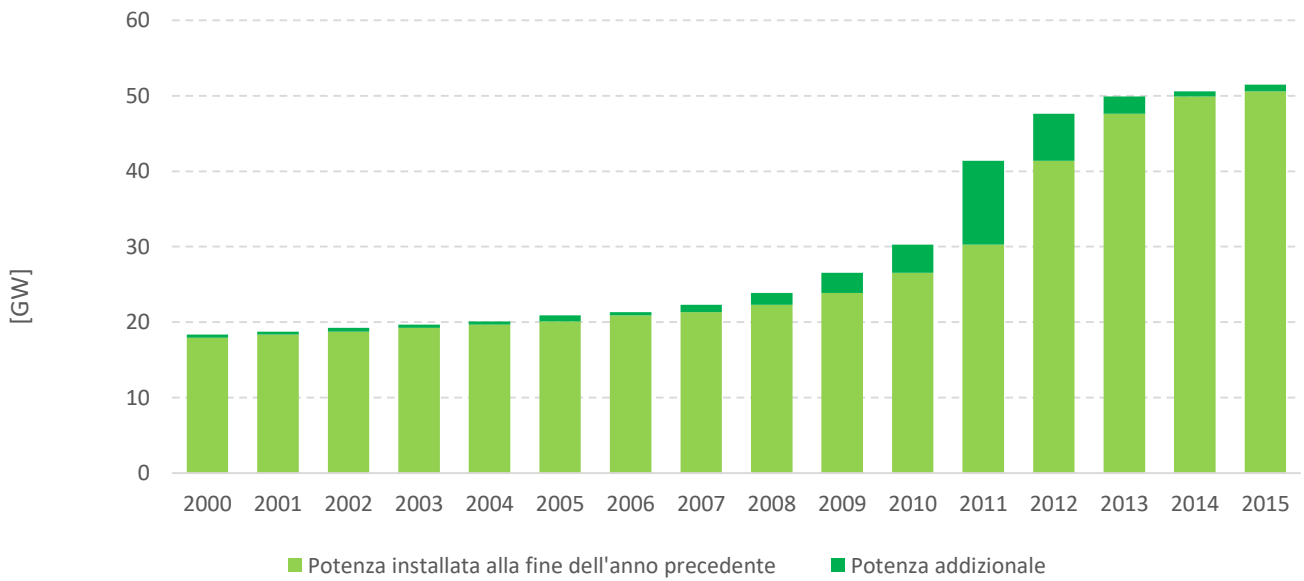
	Calore
Geotermica	125
Solare	200
Rifiuti (frazione biodegradabile)	231
Biomassa solida	6.402
Biogas	44
Pompe di calore	2.609

Impianti per produzione energia elettrica - Potenze installate Anni 2000-2015

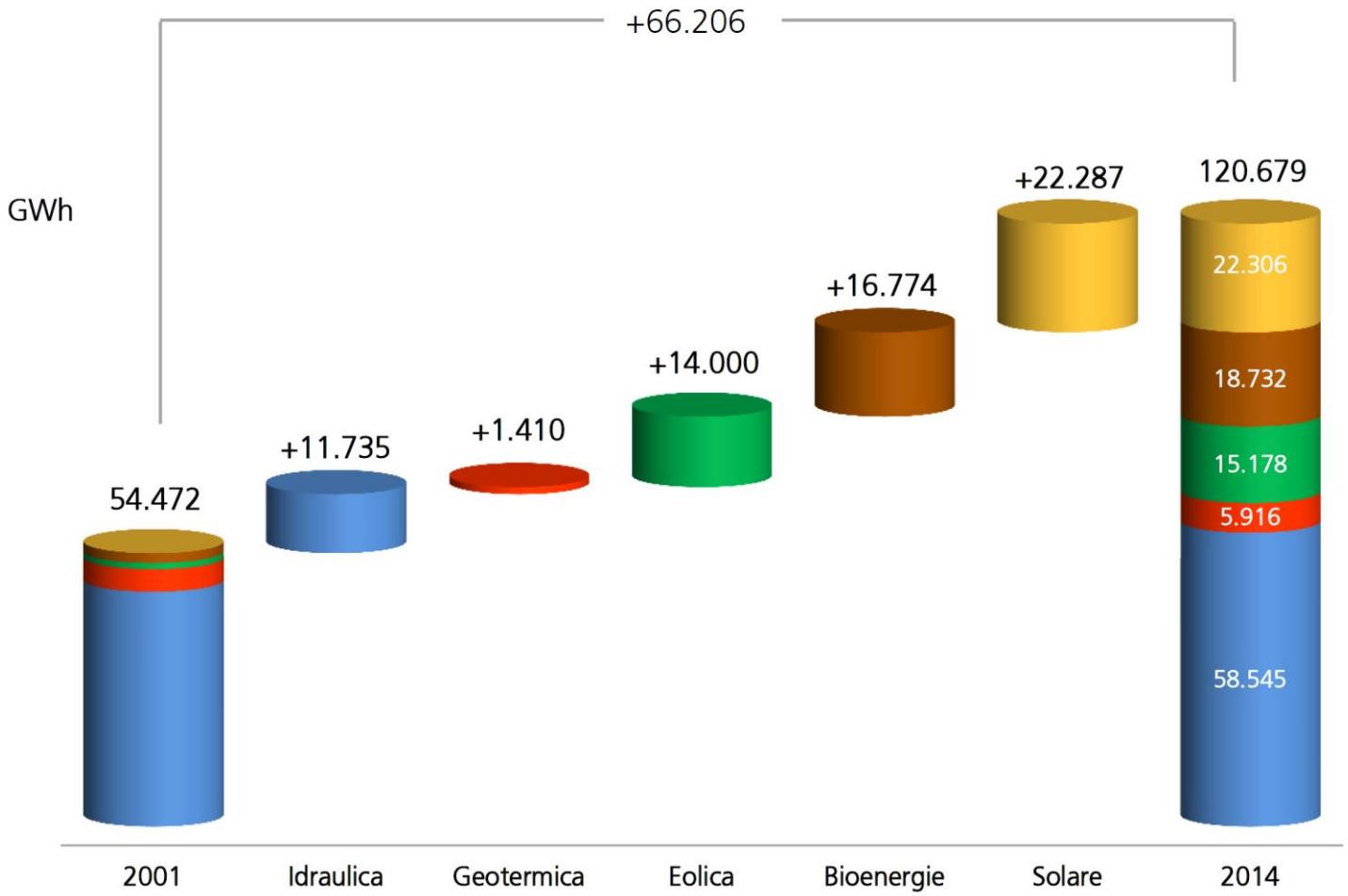


Tutti

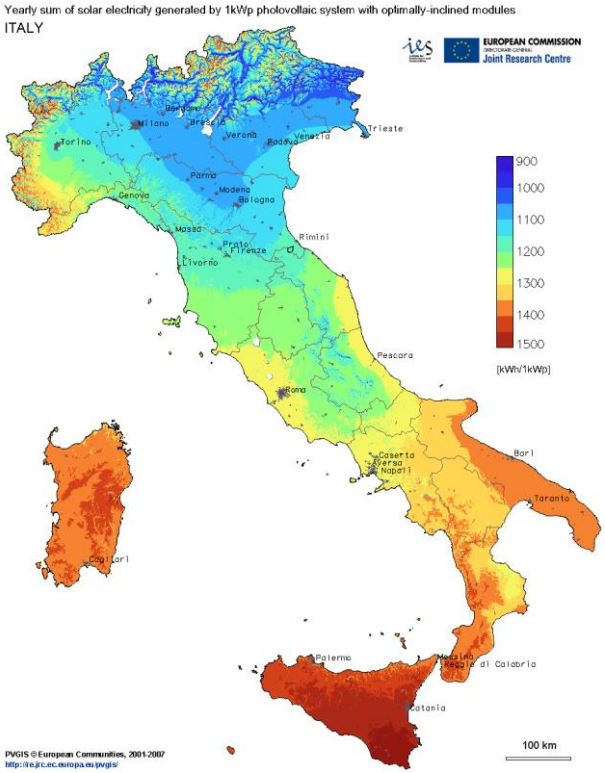
Rinnovabili

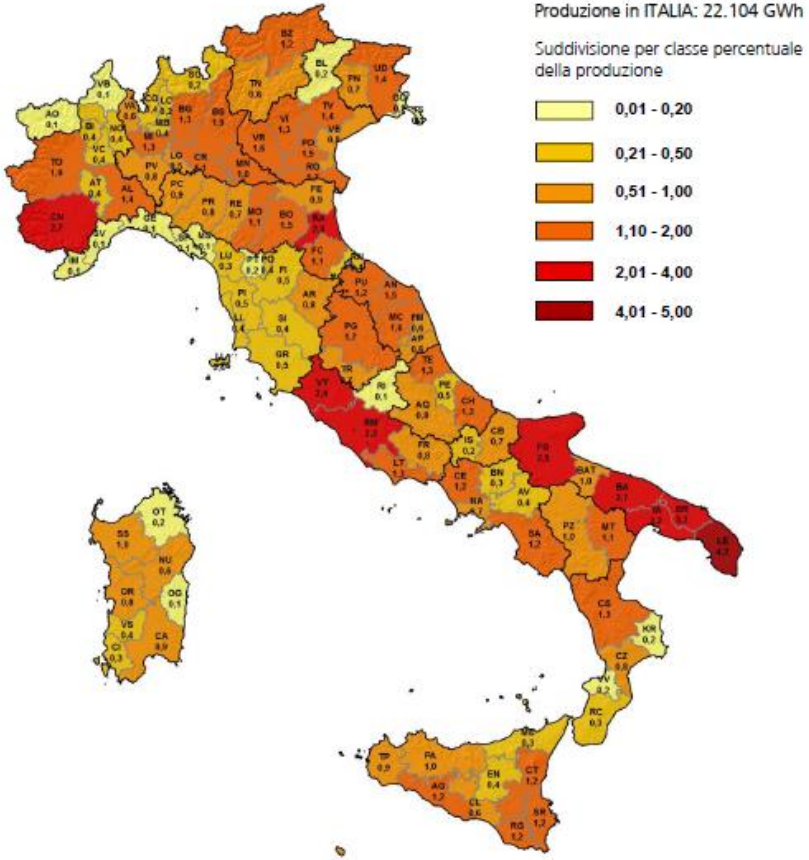


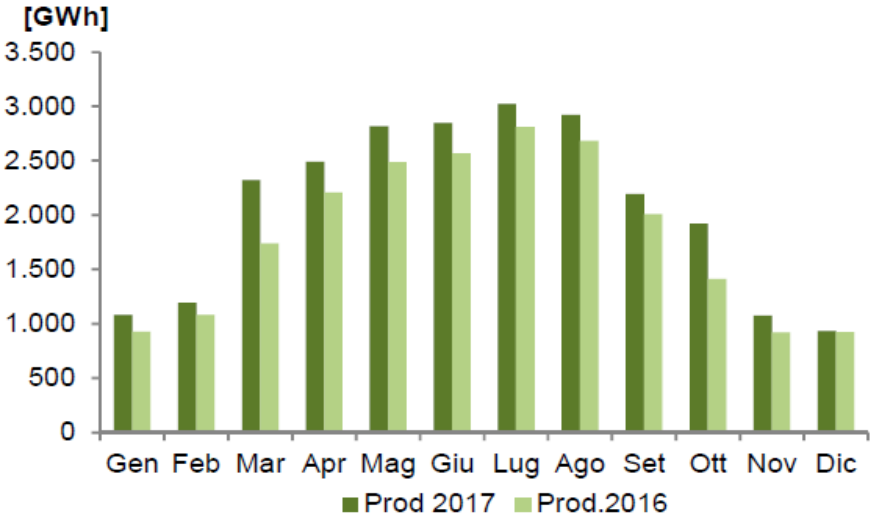
Impianti per produzione energia elettrica da fonte rinnovabile
Produzione Italia – Anni 2001-2014



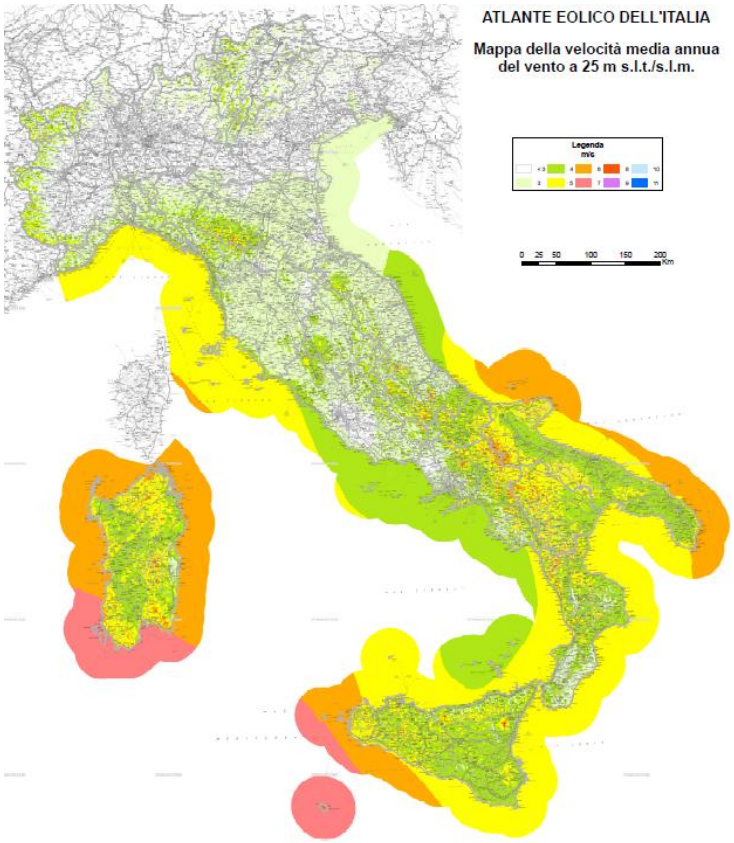
Impianti fotovoltaici

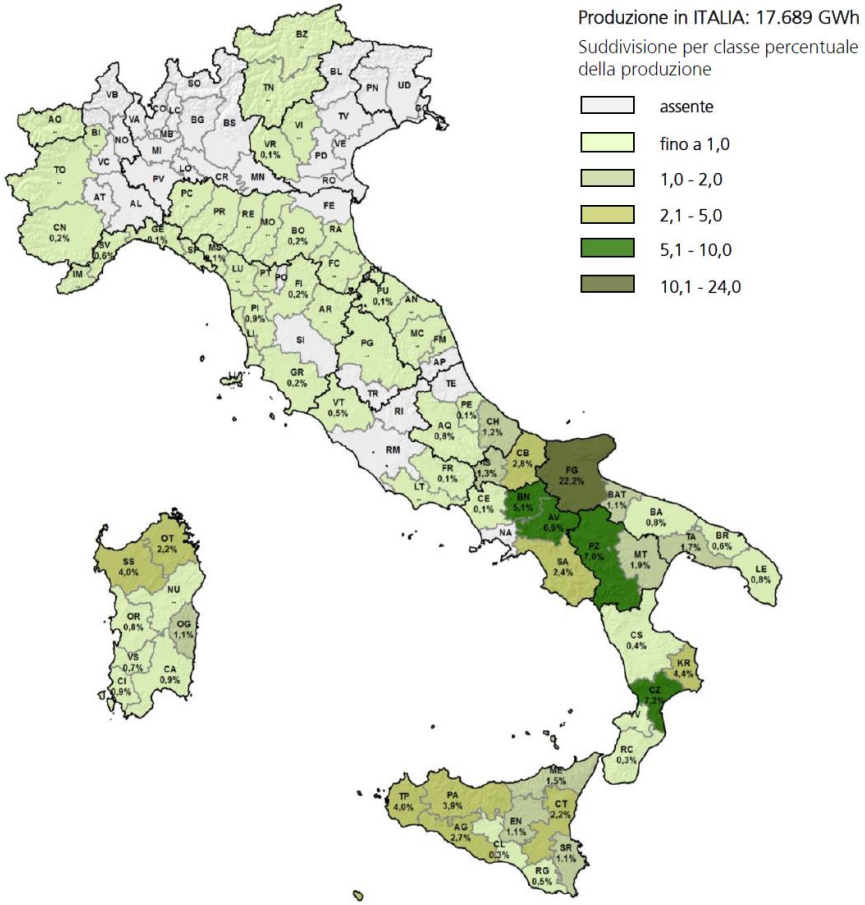


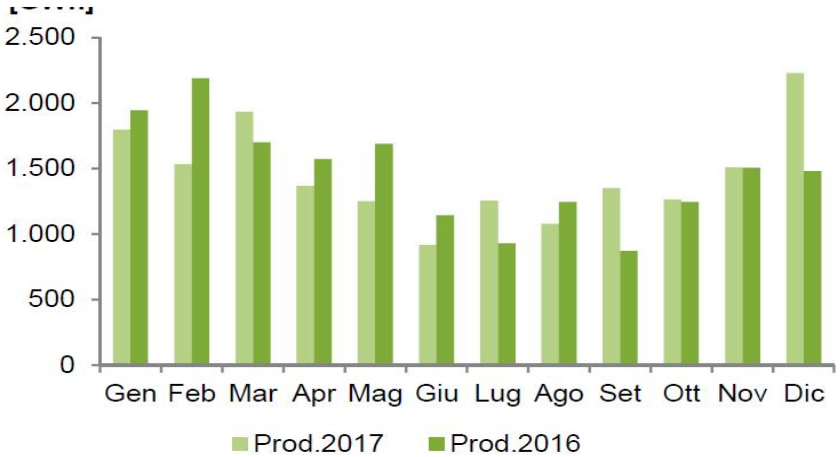




Impianti eolici







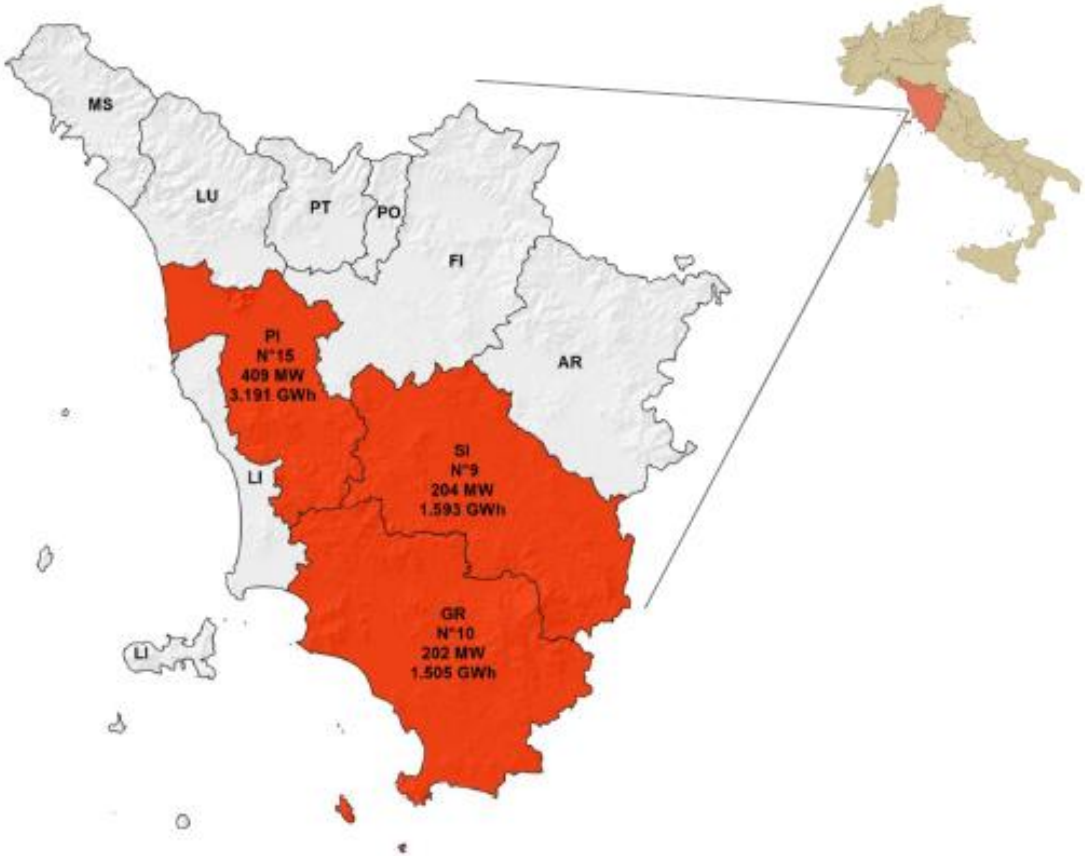
Impianti geotermoelettrici

Regione Toscana

N° impianti = 34

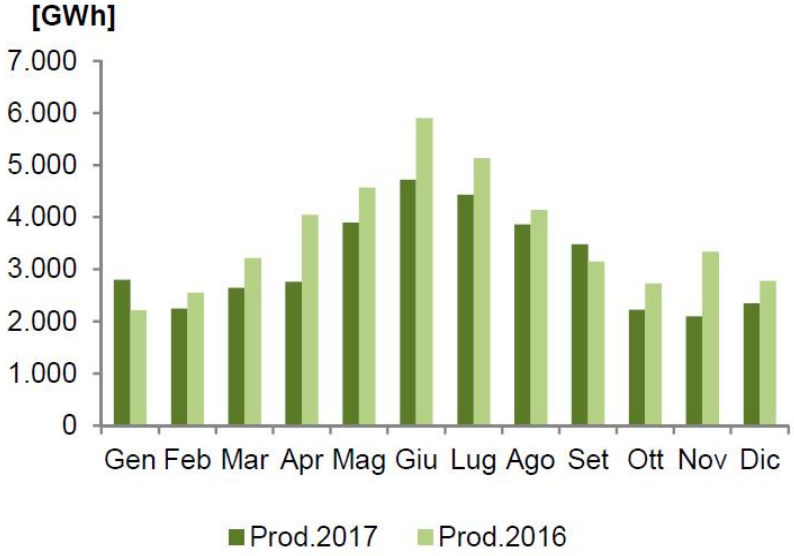
Potenza = 815 MW

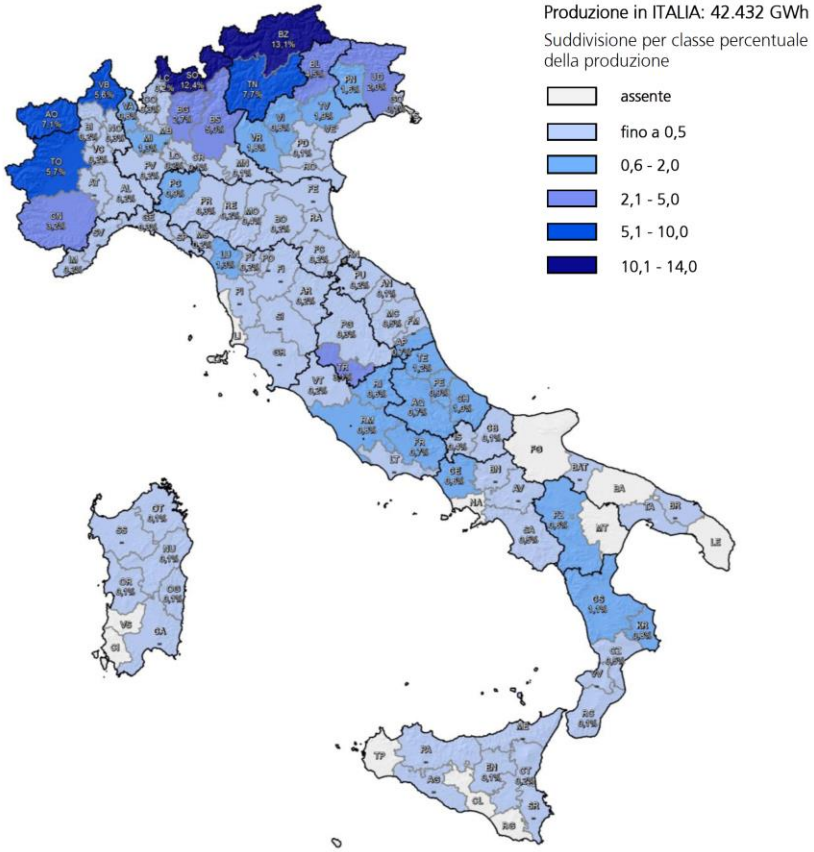
Produzione = 6.289 GWh



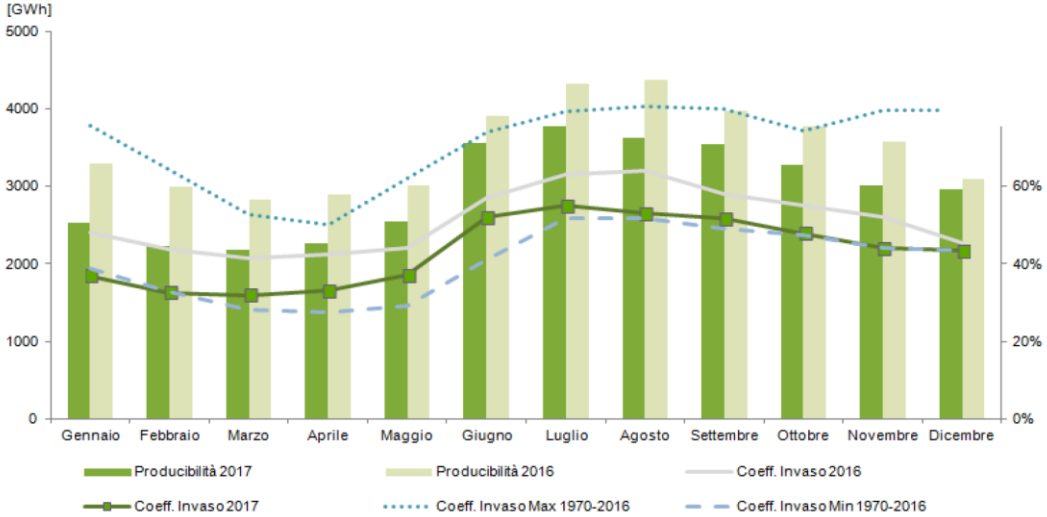
Impianti idroelettrici

Produzione

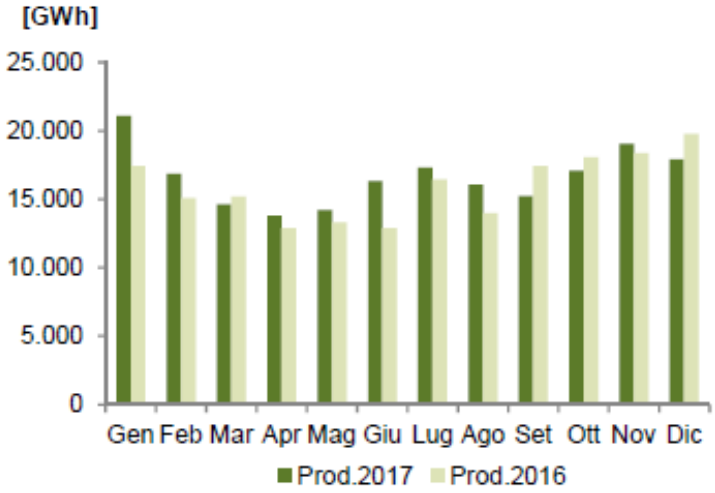


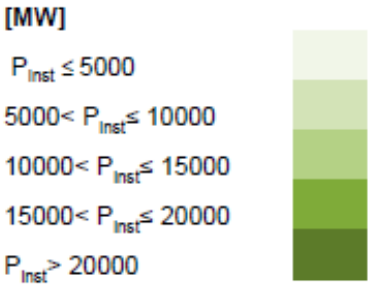


Producibilità

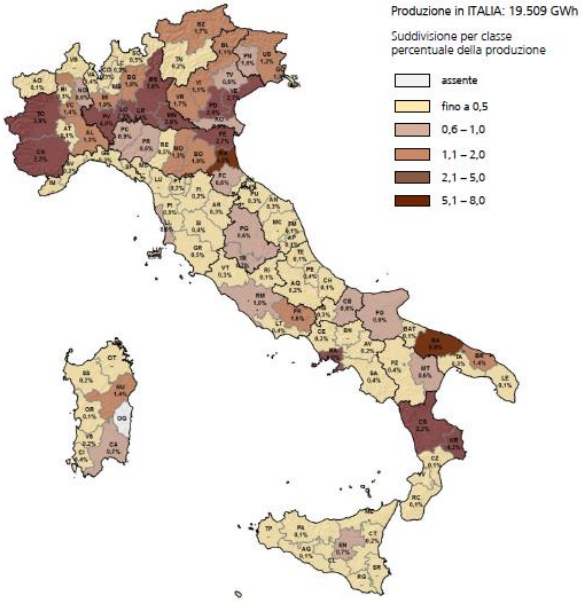


Impianti termoelettrici (in parte FER)



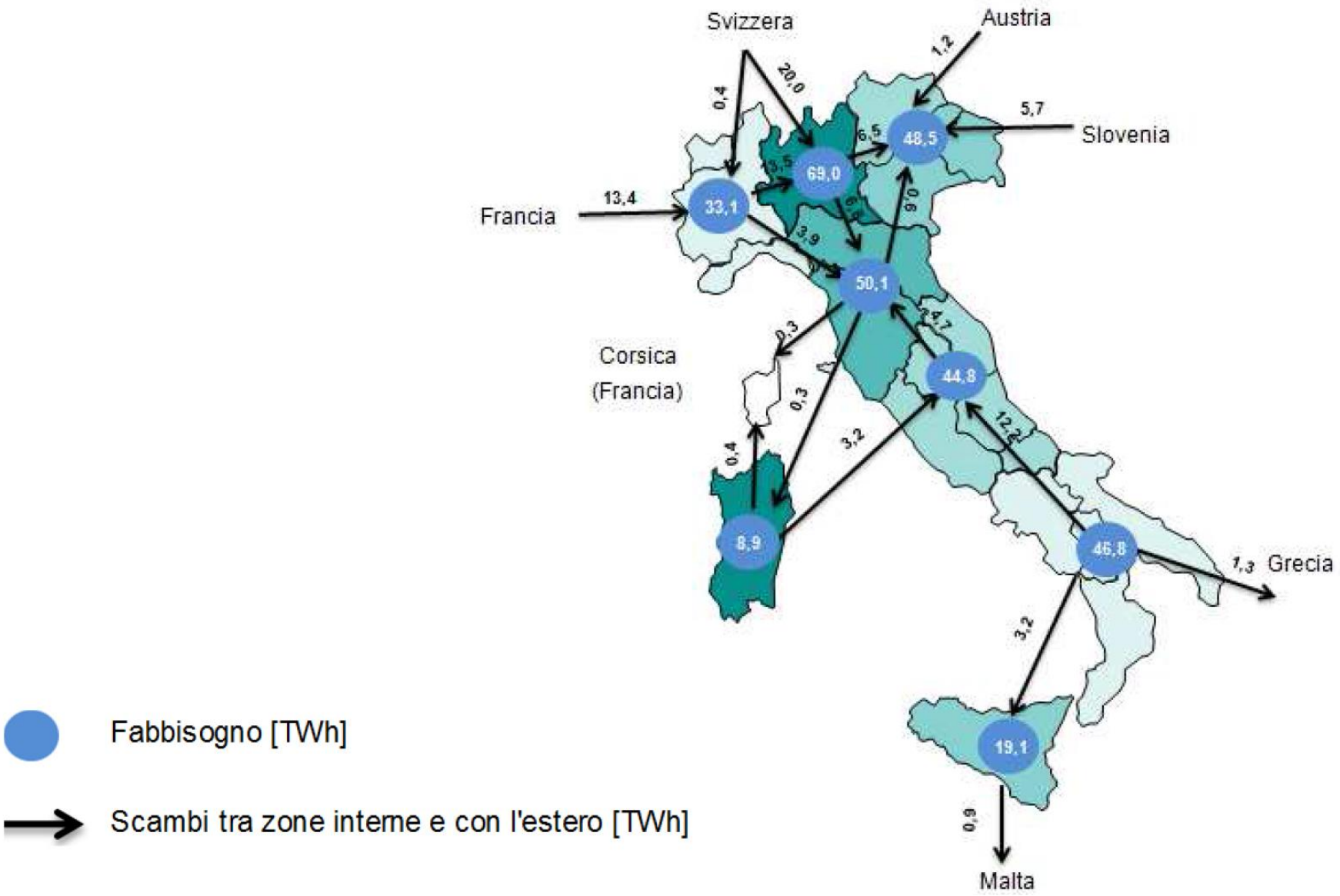


La produzione termica è in riduzione (-5,9%) rispetto al mese precedente.



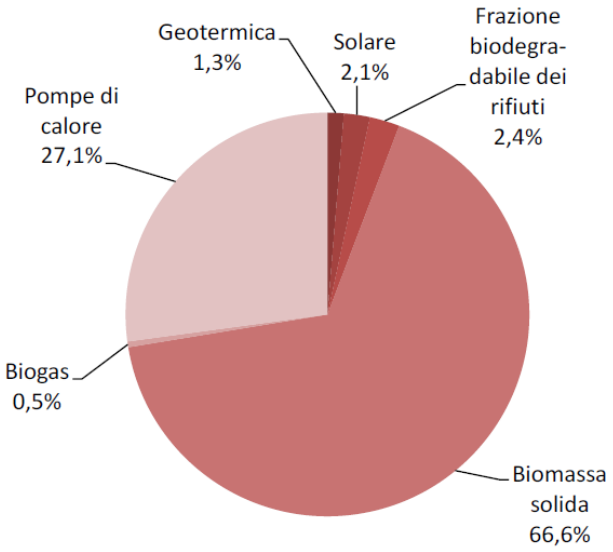
GWh	2016
Biomasse	6.540,0
– da frazione biodegradabile RSU	*2.451,2*
– altre biomasse	*4.088,8*
Biogas	8.258,7
– da rifiuti	*1.476,4*
– da fanghi	*128,5*
– da deiezioni animali	*1.159,5*
– da attività agricole e forestali	*5.494,3*
Bioliquidi	4.709,9
– oli vegetali grezzi	*3.931,8*
– da altri bioliquidi	*778,0*
Bioenergie	**19.508,6**

Movimenti fisici dell'energia elettrica



Fonti rinnovabili nel settore Termico

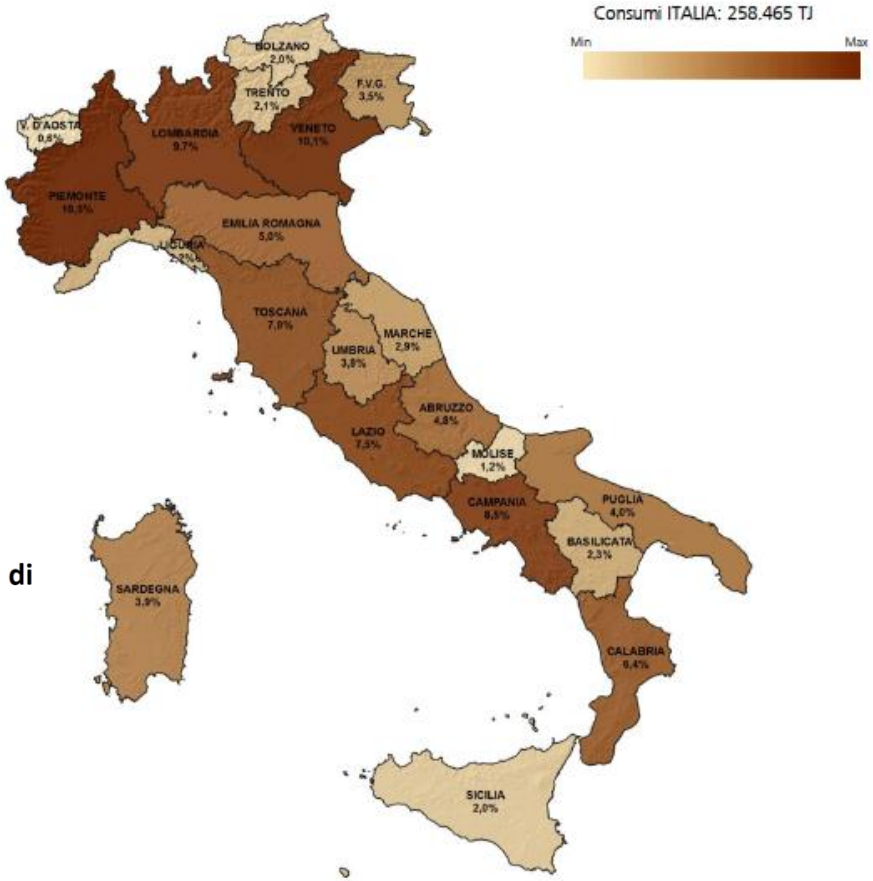
TJ	Consumi diretti	Consumi di calore derivato		Totale
		Impianti di sola produzione termica	Impianti di cogenerazione	
Geotermica	5.222	810	-	**6.032**
Solare	8.379	3	-	**8.383**
Frazione biodegradabile dei rifiuti	9.672	-	5.426	**15.098**
Biomassa solida	268.041	3.251	18.898	**290.191**
Bioliquidi	-	11	1.814	**1.825**
- di cui sostenibili	-	-	*1.754*	***1.754***
Biogas	1.842	9	8.699	**10.551**
Pompe di calore	109.219	-	-	**109.219**
Totale	**402.376**	**4.084**	**34.837**	**441.298**
Totale ai fini del monitoraggio obiettivi UE (dir. 2009/28/CE)	***402.376***	***4.073***	***34.778***	***441.227***



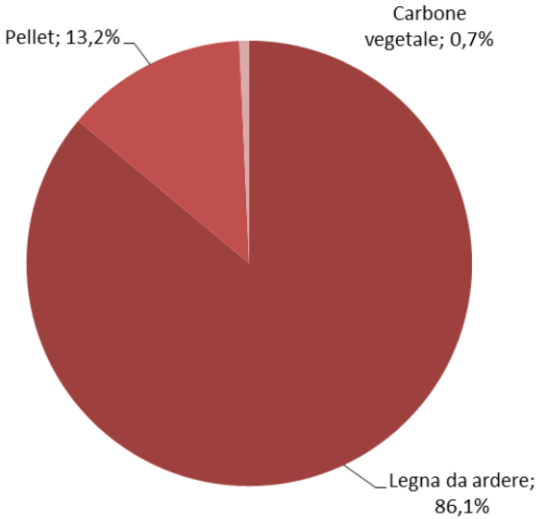
Ripartizione consumi diretti

Biomassa solida

	2016
Consumi diretti	**268.041**
Residenziale	258.465
Industria	5.422
Commercio e servizi	2.691
Agricoltura	1.462
Produzione di calore derivato	**27.575**
da impianti cogenerativi(*)	24.324
da impianti di sola produzione termica	3.251
Totale	**295.616**



Consumi diretti di biomassa solida nel settore residenziale per tipologia di combustibile nel 2016



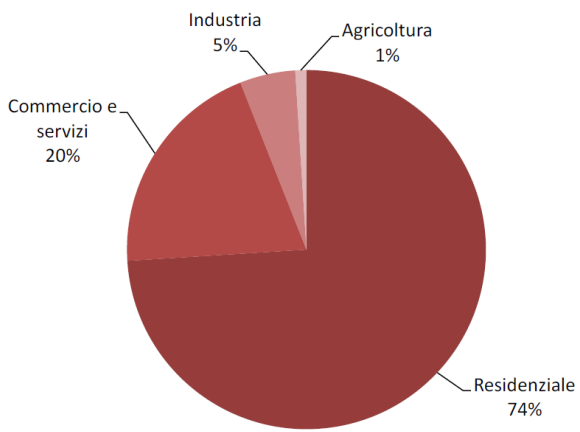
Pompe di calore

	2016
Apparecchi installati a fine anno (milioni di pezzi)	19,1
Potenza termica installata a fine anno (GW)	124,7
Energia rinnovabile da pompe di calore (*Eres*) (TJ)	**109.219**
Energia rinnovabile da pompe di calore (*Eres*) (ktep)	**2.609**
- di cui aerotermiche (ktep)	*2.523*
- di cui idrotermiche (ktep)	*9*
- di cui geotermiche (ktep)	*77*
Calore utile prodotto (*Qusable*) (ktep)	4.211
Seasonal Performance Factor (SPF) medio generale	2,6
Consumo energetico delle pompe di calore (ktep)	1.602

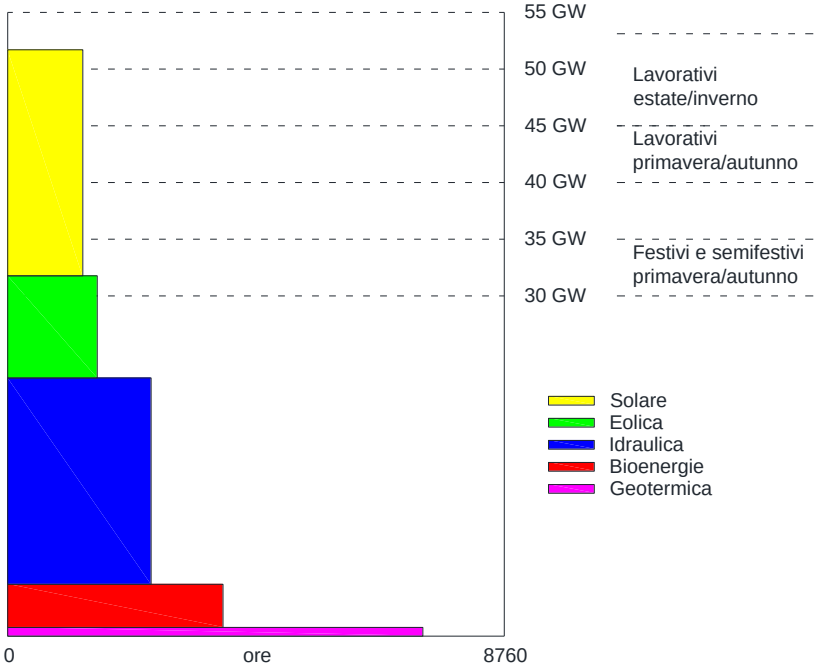
Solare termico

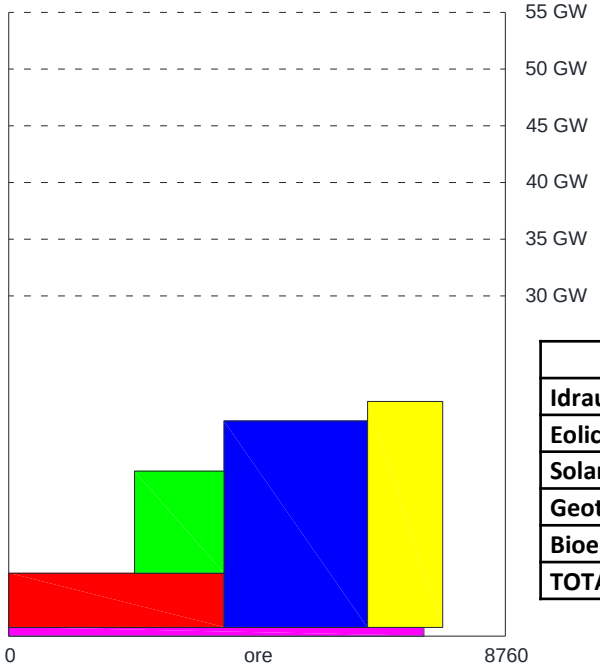
	2016 (TJ)
Consumi diretti	**8.379**
Residenziale	6.201
Commercio e servizi	1.676
Industria	419
Agricoltura	84
Produzione di calore derivato	**3**
da impianti di sola produzione termica	3
Totale	**8.383**

Consumi diretti di energia termica da fonte solare nel 2016

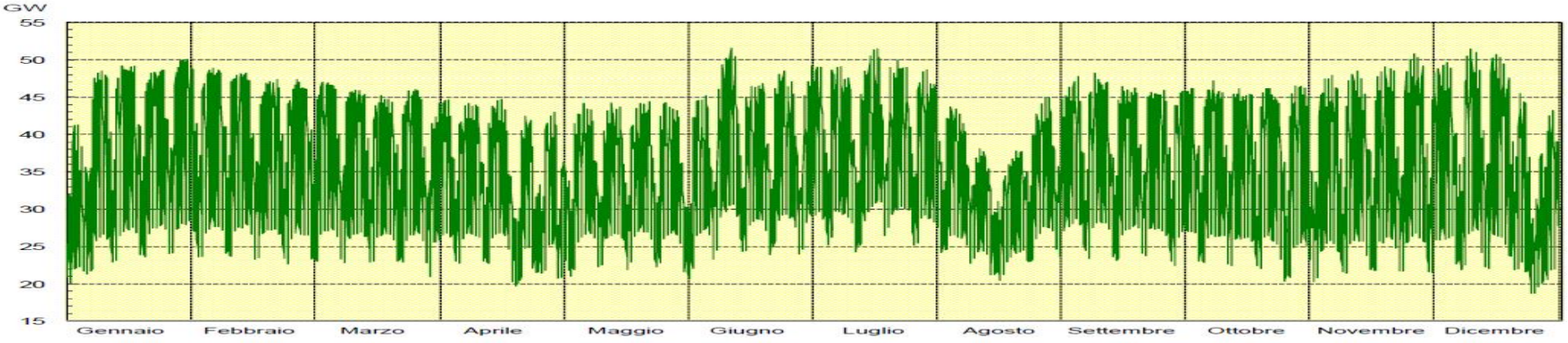


Impianti da fonte rinnovabile
Potenze e ore equivalenti



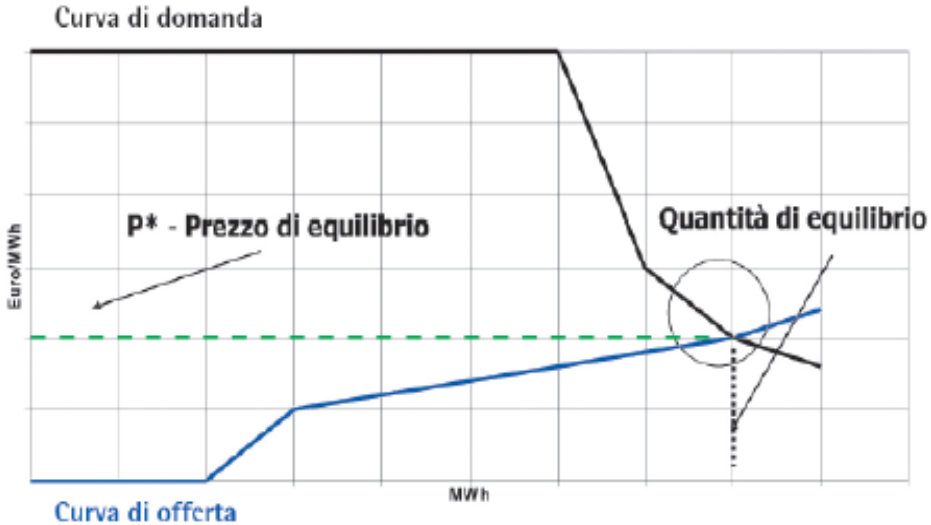


	MW	h_{eq}
Idraulica	18232	2531
Eolica	9004	1855
Solare	19927	1325
Geotermica	772	7324
Bioenergie	4775	3799
TOTALE	52710	2145

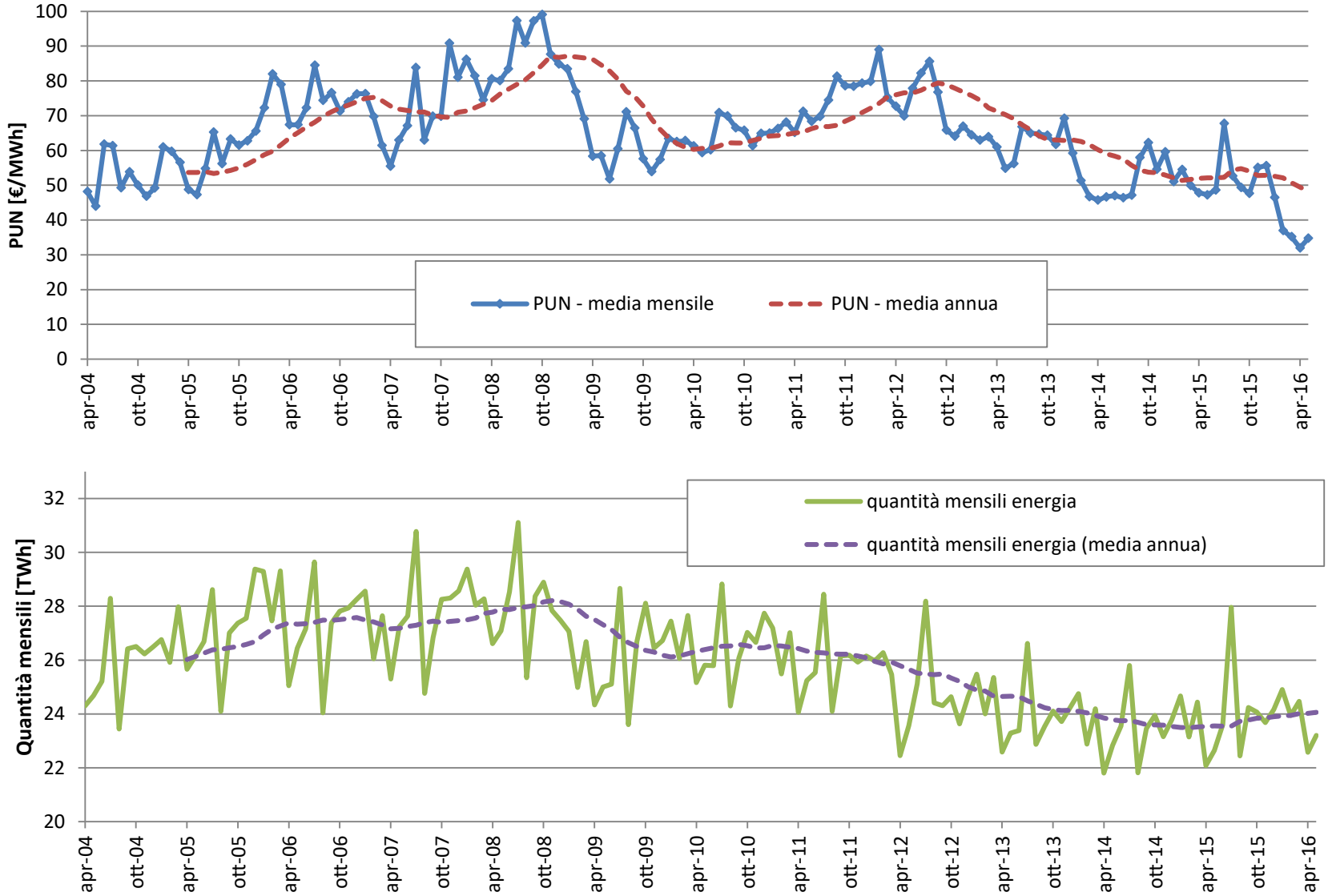


Il mercato dell’energia elettrica in Italia

- In Italia l’organizzazione e la gestione economica del mercato elettrico è affidata al Gestore dei Mercati Energetici S.p.A. (GME).
- Il Mercato Elettrico, comunemente indicato come Borsa Elettrica, nasce in Italia a seguito dell'approvazione del D. Lgs. n. 79/99 (decreto Bersani), nell’ambito del processo di recepimento della direttiva comunitaria sulla creazione di un mercato interno dell'energia (96/92/CE).
- La Borsa Elettrica costituisce uno strumento fondamentale ai fini della creazione di un mercato concorrenziale dell’energia elettrica e nasce con lo scopo di favorire l’emergere di prezzi di equilibrio trasparenti, che consentano a produttori e consumatori di vendere e comprare energia dove c’è una maggiore convenienza economica.



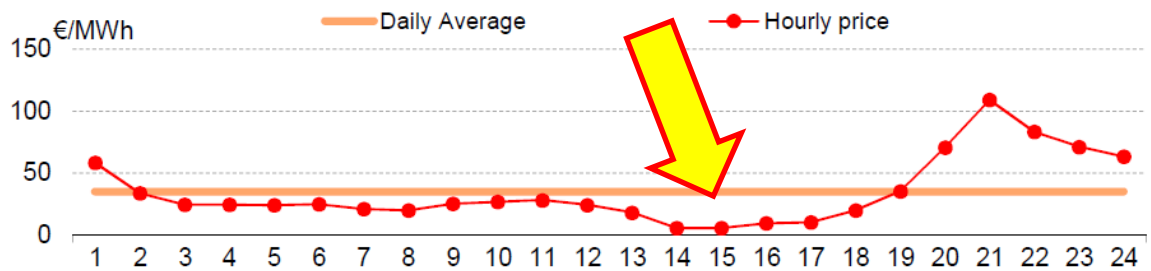
Il prezzo medio dell'energia elettrica in Italia



Offerta, domanda e prezzi
21 aprile 2013 - domenica

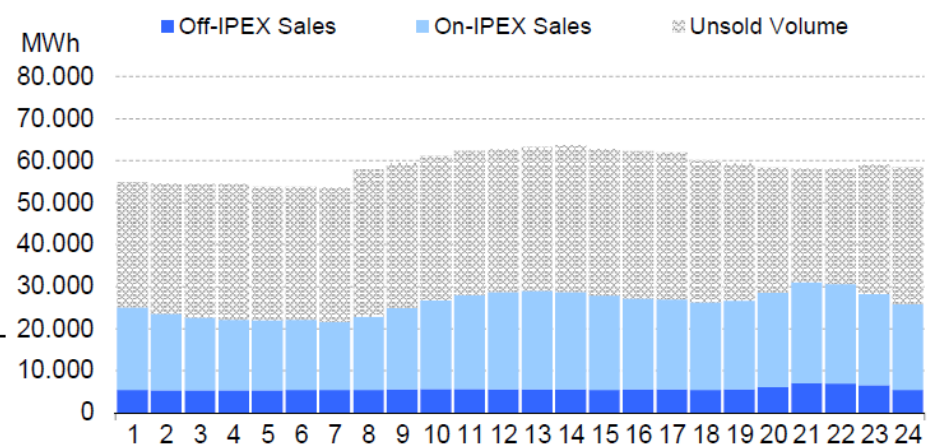
Purchasing Price

	Average
	€/MWh
Daily Average	**35.02**
Peak hour	-
Off-peak hour	35.02
Minimum	5.89
Maximum	109.13



Offered, sold and purchased volumes

		Total	Average
		MWh	*MWh*
Offers	National	1,314,500	54,771
	Foreign	90,295	3,762
	Total	**1,404,795**	**58,533**
Solds	National	542,898	22,621
	Foreign	78,733	3,281
	Total	**621,631**	**25,901**
Purchases	National	611,227	25,468
	Foreign	10,404	434
	Total	**621,631**	**25,901**

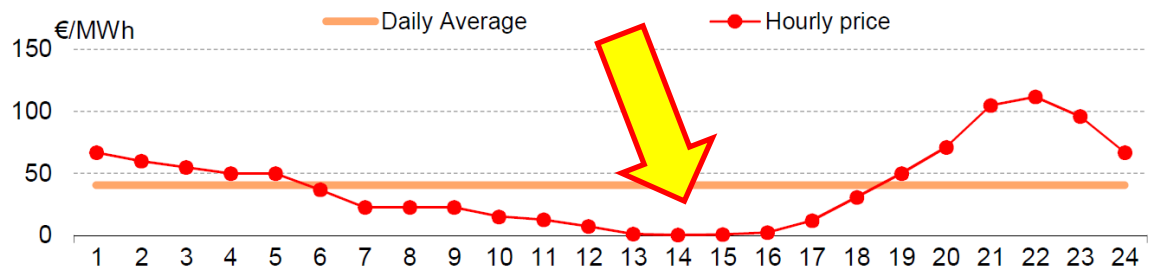


- **Costo basso nelle ore centrali della giornata**
- **Domanda < 30 GW**

Offerta, domanda e prezzi
2 giugno 2013 - festivo

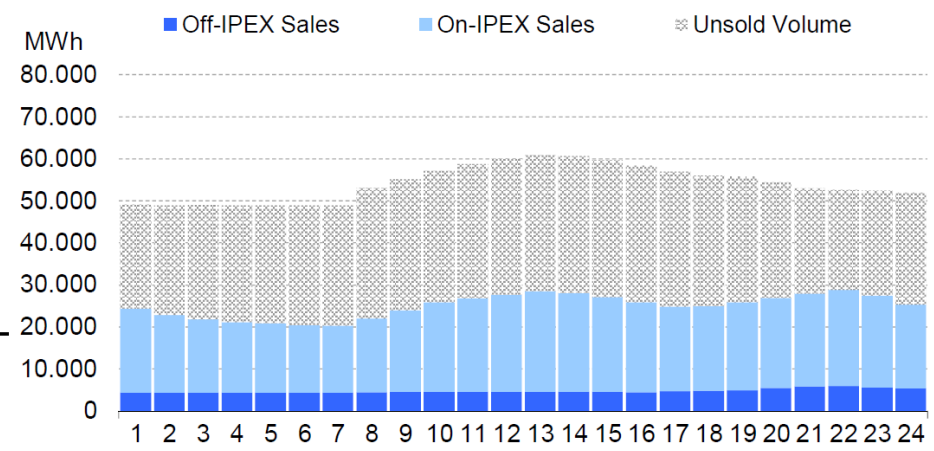
Purchasing Price

	Average
	€/MWh
Daily Average	**40.44**
Peak hour	-
Off-peak hour	40.44
Minimum	0.46
Maximum	111.82



Offered, sold and purchased volumes

		Total	Average
		MWh	*MWh*
Offers	National	1,262,684	52,612
	Foreign	35,761	1,490
	Total	**1,298,445**	**54,102**
Solds	National	563,555	23,481
	Foreign	32,278	1,345
	Total	**595,833**	**24,826**
Purchases	National	587,208	24,467
	Foreign	8,625	359
	Total	**595,833**	**24,826**

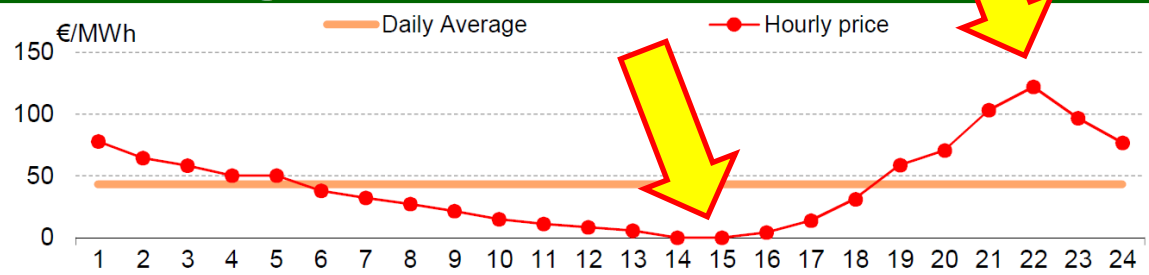


- **Costo quasi nullo nelle ore centrali della giornata**
- **Domanda < 30 GW**

Offerta, domanda e prezzi
16 giugno 2013 - domenica

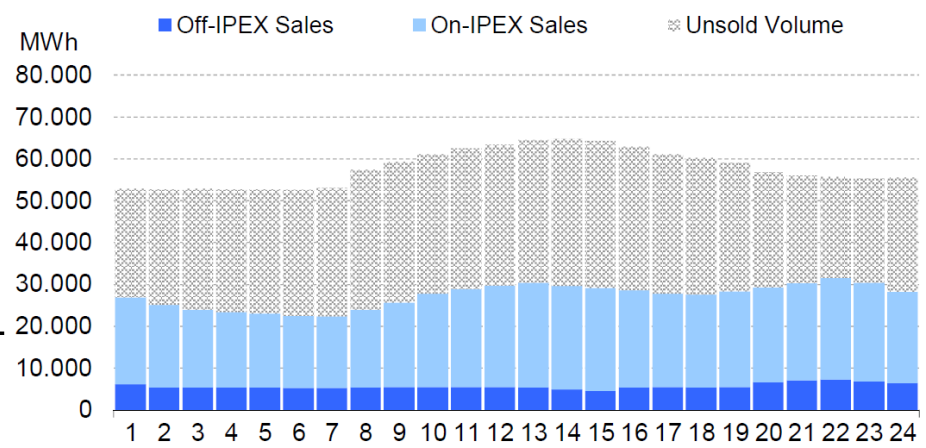
Purchasing Price

	Average
	€/MWh
Daily Average	**43.32**
Peak hour	-
Off-peak hour	43.32
Minimum	0.00
Maximum	121.91



Offered, sold and purchased volumes

		Total	Average
		MWh	*MWh*
Offers	National	1,329,971	55,415
	Foreign	58,280	2,428
	Total	**1,388,251**	**57,844**
Solds	National	595,102	24,796
	Foreign	53,988	2,250
	Total	**649,090**	**27,045**
Purchases	National	640,838	26,702
	Foreign	8,252	344
	Total	**649,090**	**27,045**

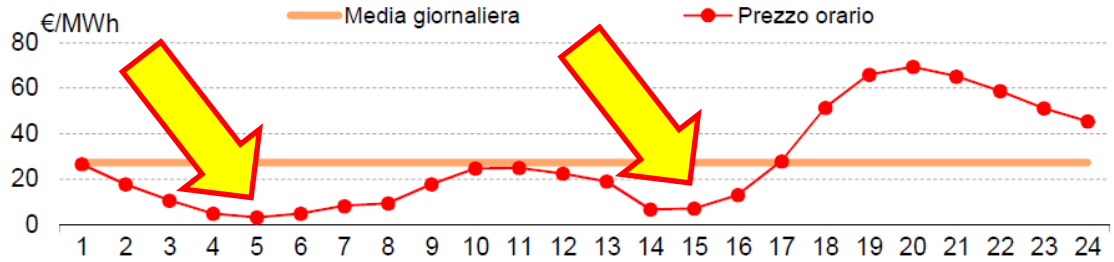


- **Costo quasi nullo nelle ore centrali della giornata**
- **Domanda < 30 GW**

Offerta, domanda e prezzi
9 febbraio 2014 - domenica

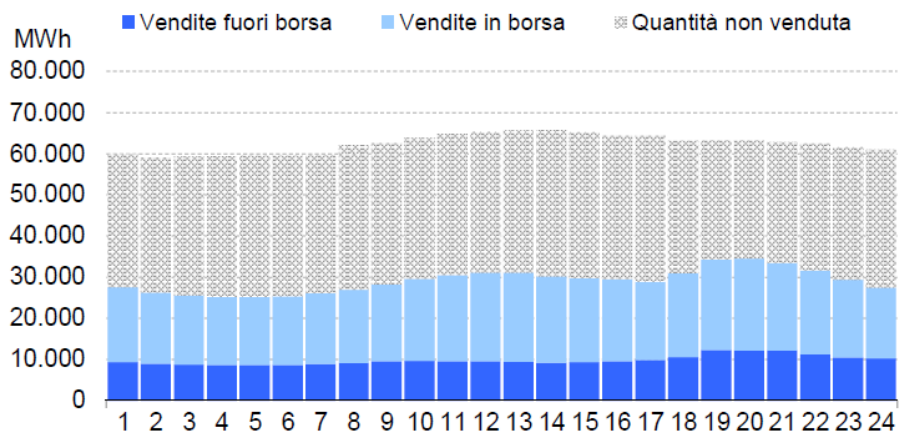
Prezzo di acquisto

	Media
	€/MWh
Baseload	**27,41**
Picco	-
Fuori picco	27,41
Minimo orario	3,28
Massimo orario	69,35



Volumi offerti, venduti e acquistati

		Totale	Media
		MWh	*MWh*
Offerte	Nazionale	1.332.285	55.512
	Estero	161.830	6.743
	Totale	**1.494.115**	**62.255**
Vendite	Nazionale	548.447	22.852
	Estero	140.602	5.858
	Totale	**689.049**	**28.710**
Acquisti	Nazionale	661.664	27.569
	Estero	27.385	1.141
	Totale	**689.049**	**28.710**



- **Costo quasi nullo di notte e nel primo pomeriggio**
- **Domanda < 30 GW**

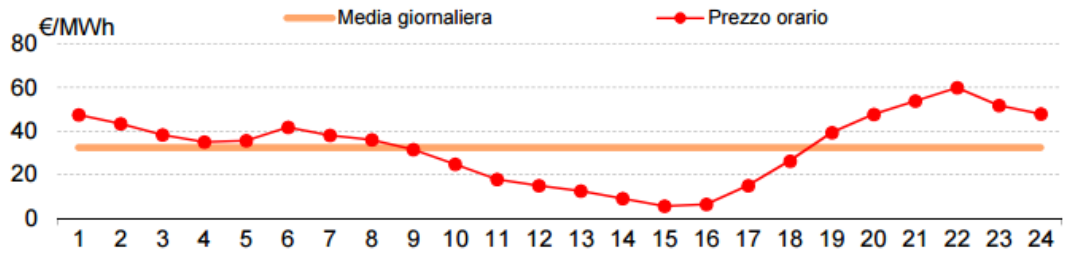
Offerta, domanda e prezzi
10 maggio 2015 - domenica

Mercato del Giorno Prima

domenica 10 maggio 2015

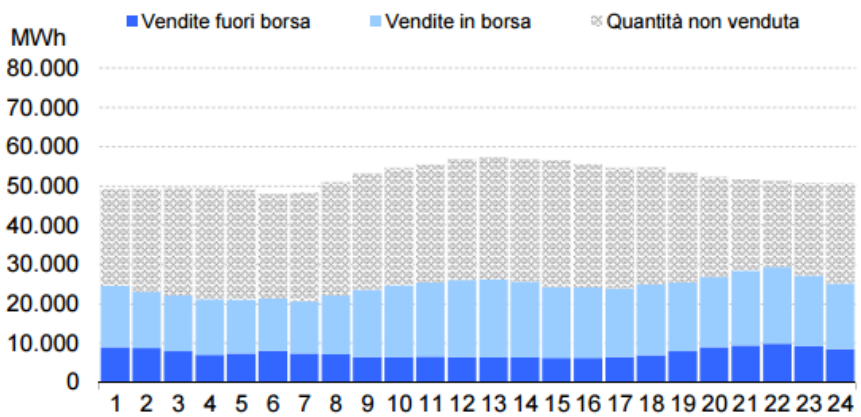
Prezzo di acquisto

	Media €/MWh
Baseload	**32,52**
Picco	-
Fuori picco	32,52
Minimo orario	5,62
Massimo orario	59,96



Volumi offerti, venduti e acquistati

		Totale MWh	Media MWh
Offerte	Nazionale	1.220.499	50.854
	Estero	39.708	1.654
	Totale	**1.260.206**	**52.509**
Vendite	Nazionale	548.652	22.860
	Estero	39.470	1.645
	Totale	**588.121**	**24.505**
Acquisti	Nazionale	577.224	24.051
	Estero	10.897	454
	Totale	**588.121**	**24.505**



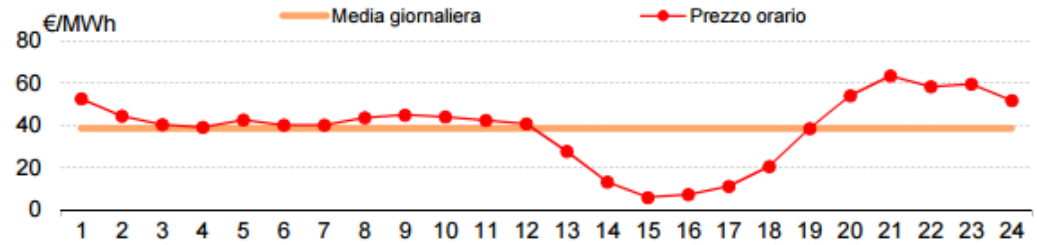
Offerta, domanda e prezzi
5 aprile 2015 - domenica

Mercato del Giorno Prima

domenica 05 aprile 2015

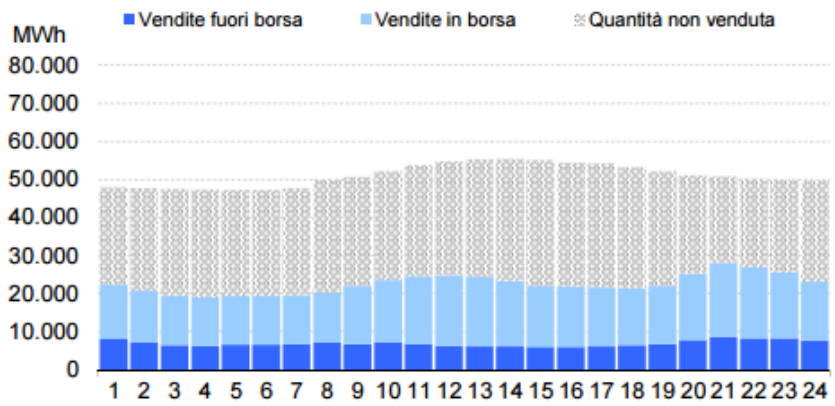
Prezzo di acquisto

	Media €/MWh
Baseload	**38,62**
Picco	-
Fuori picco	38,62
Minimo orario	5,87
Massimo orario	63,41



Volumi offerti, venduti e acquistati

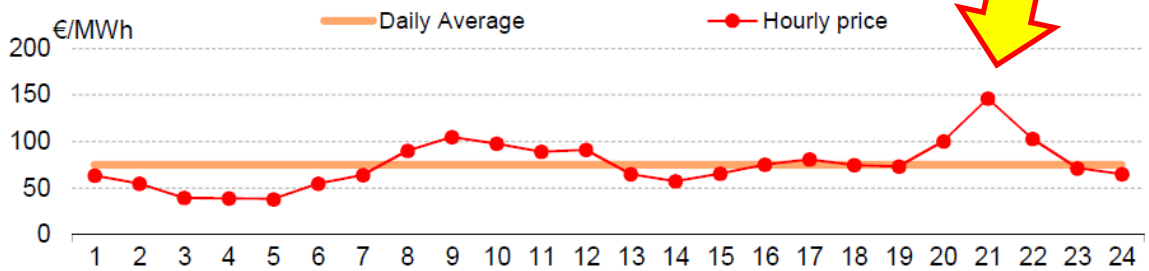
		Totale MWh	Media MWh
Offerte	Nazionale	1.214.819	50.617
	Estero	11.064	461
	Totale	**1.225.883**	**51.078**
Vendite	Nazionale	532.987	22.208
	Estero	9.347	389
	Totale	**542.334**	**22.597**
Acquisti	Nazionale	526.147	21.923
	Estero	16.186	674
	Totale	**542.334**	**22.597**



Offerta, domanda e prezzi
29 aprile 2013 – lavorativo

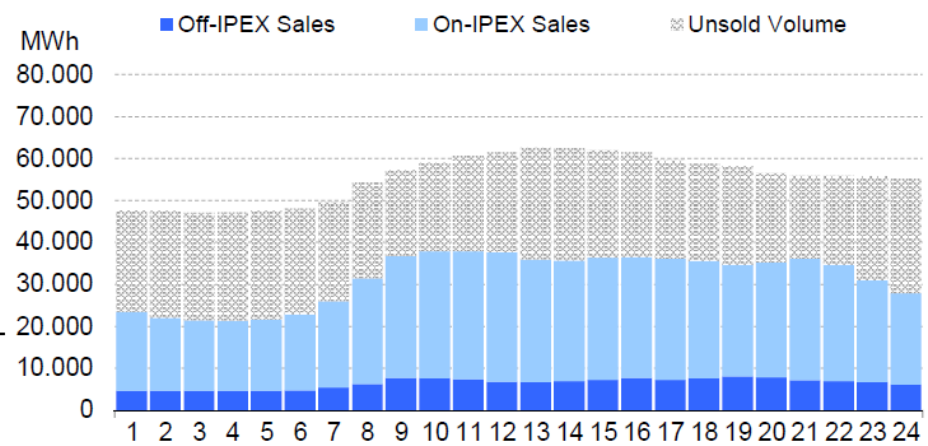
Purchasing Price

	Average €/MWh
Daily Average	**75.23**
Peak hour	81.30
Off-peak hour	69.17
Minimum	38.20
Maximum	146.26



Offered, sold and purchased volumes

		Total MWh	Average MWh
Offers	National	1,257,345	52,389
	Foreign	72,276	3,012
	Total	**1,329,621**	**55,401**
Solds	National	678,788	28,283
	Foreign	71,316	2,972
	Total	**750,104**	**31,254**
Purchases	National	749,467	31,228
	Foreign	637	27
	Total	**750,104**	**31,254**

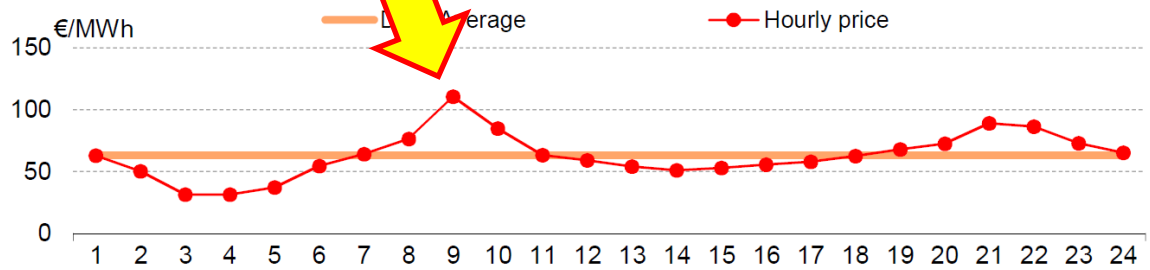


- **Picco di costo ore 21**
- **Domanda ~ 35 GW**

Offerta, domanda e prezzi
27 maggio 2013 – lavorativo

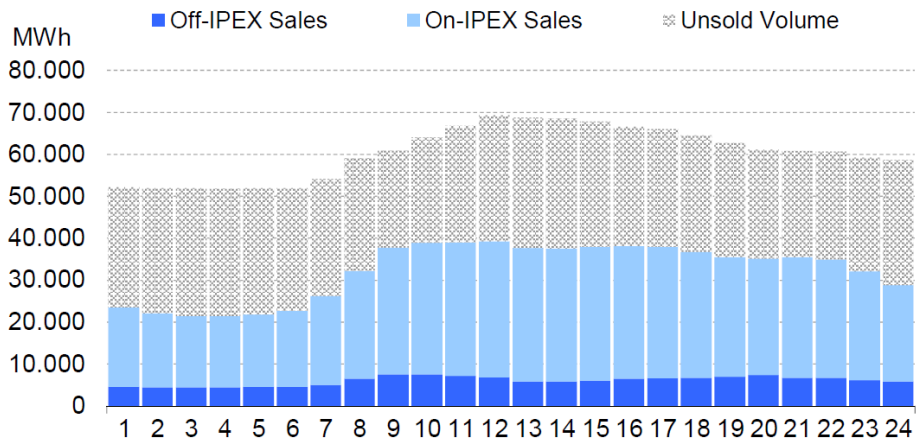
Purchasing Price

	Average
	€/MWh
Daily Average	**63.16**
Peak hour	66.10
Off-peak hour	60.22
Minimum	31.54
Maximum	110.70



Offered, sold and purchased volumes

		Total	Average
		MWh	*MWh*
Offers	National	1,345,743	56,073
	Foreign	105,363	4,390
	Total	**1,451,106**	**60,463**
Solds	National	669,665	27,903
	Foreign	99,033	4,126
	Total	**768,698**	**32,029**
Purchases	National	762,638	31,777
	Foreign	6,060	253
	Total	**768,698**	**32,029**



- **Picco di costo ore 9**
- **Domanda ~ 40 GW**

Saldo dei movimenti fisici di energia

VALORI IN MILIARDI DI kWh
dal 01/01/2016 al 31/05/2016

FABBISOGNO

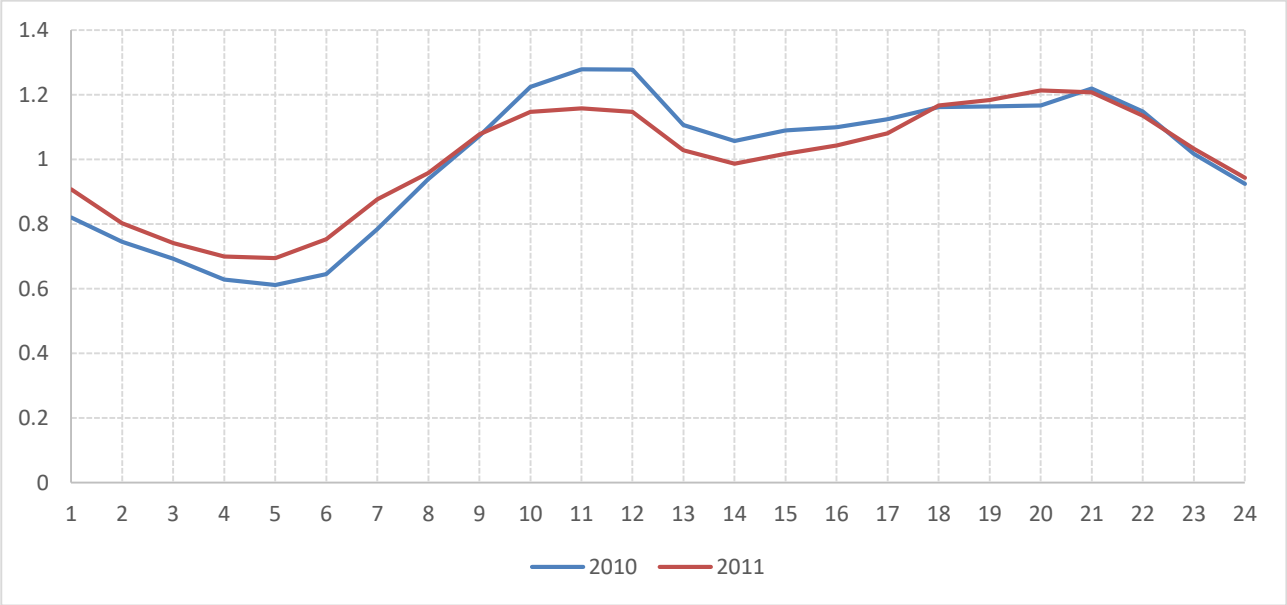
SCAMBI

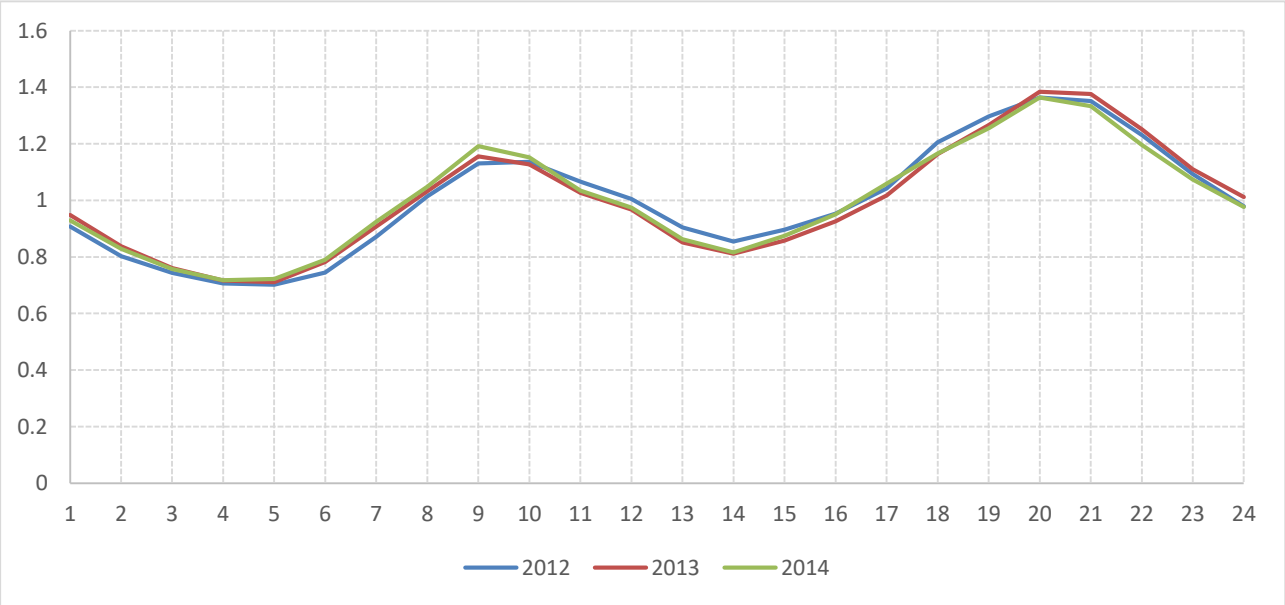
Nel 2016 il Nord del Paese detiene la maggiore richiesta di energia elettrica (59,2 miliardi di kWh pari al 47% dell'intera domanda nazionale), mentre la direttrice dei flussi interni di energia elettrica si concentra principalmente verso il centro della penisola. L'interscambio con l'estero ha garantito, a saldo, un apporto di energia elettrica pari a 19,57 miliardi di kWh.

Terna Rete Italia
TERNA GROUP

Profilo orario PUN parametrizzato rispetto al valore medio

Profilo orario PUN parametrizzato rispetto al valore medio





2010 – tariffa bioraria per le residenze

Diagramma di fabbisogno nel giorno di punta del mese di dicembre 2013

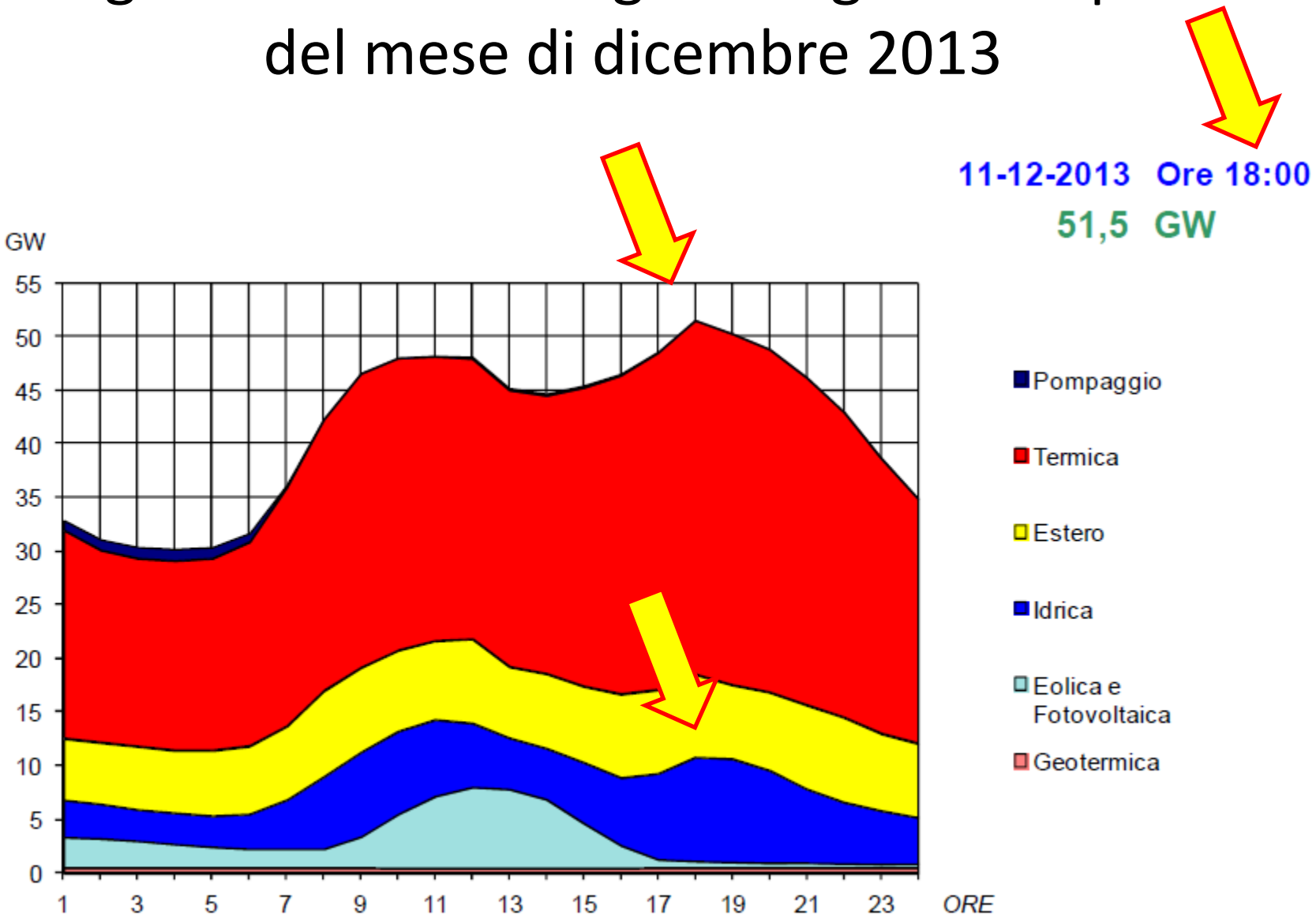
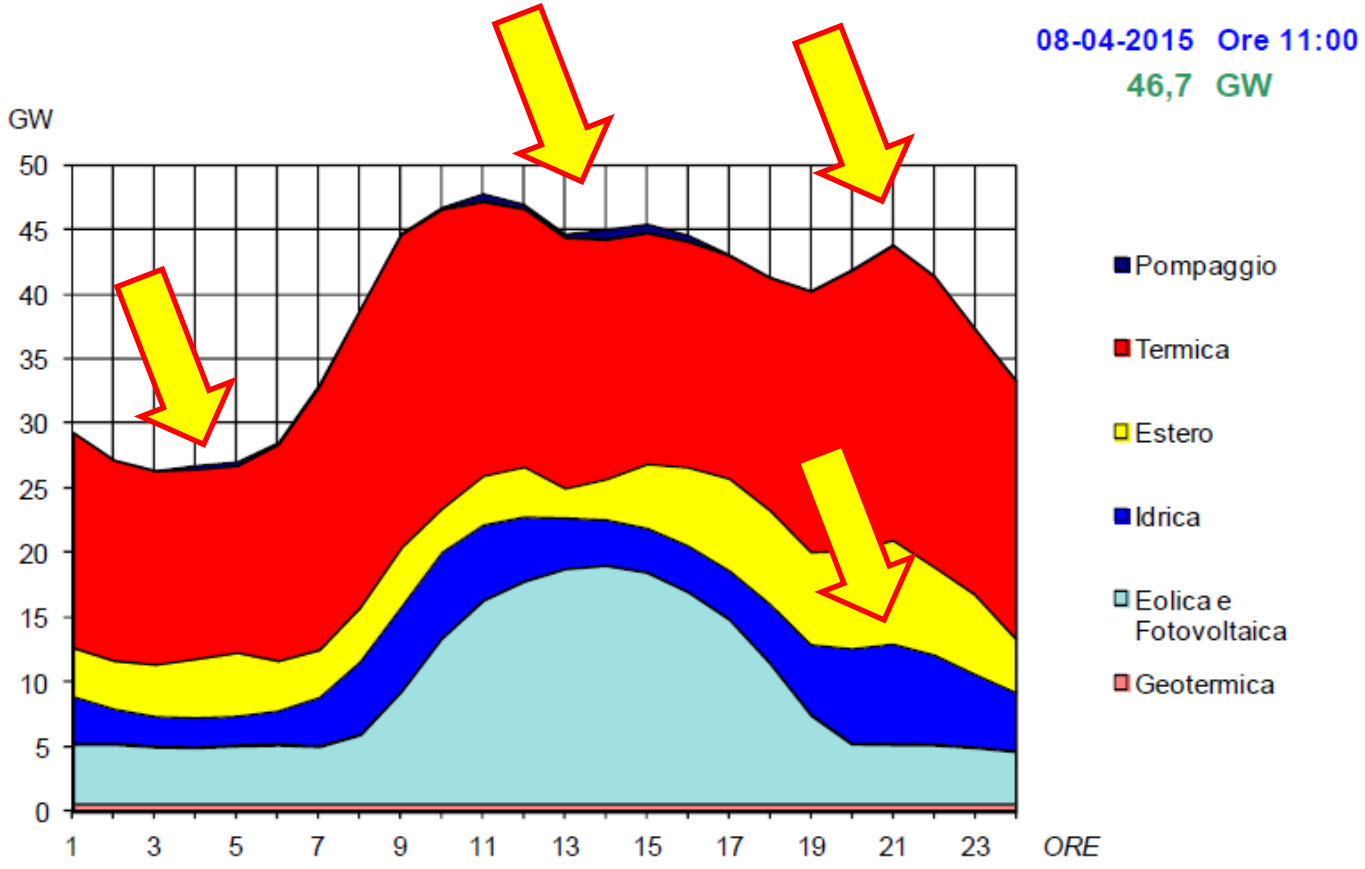
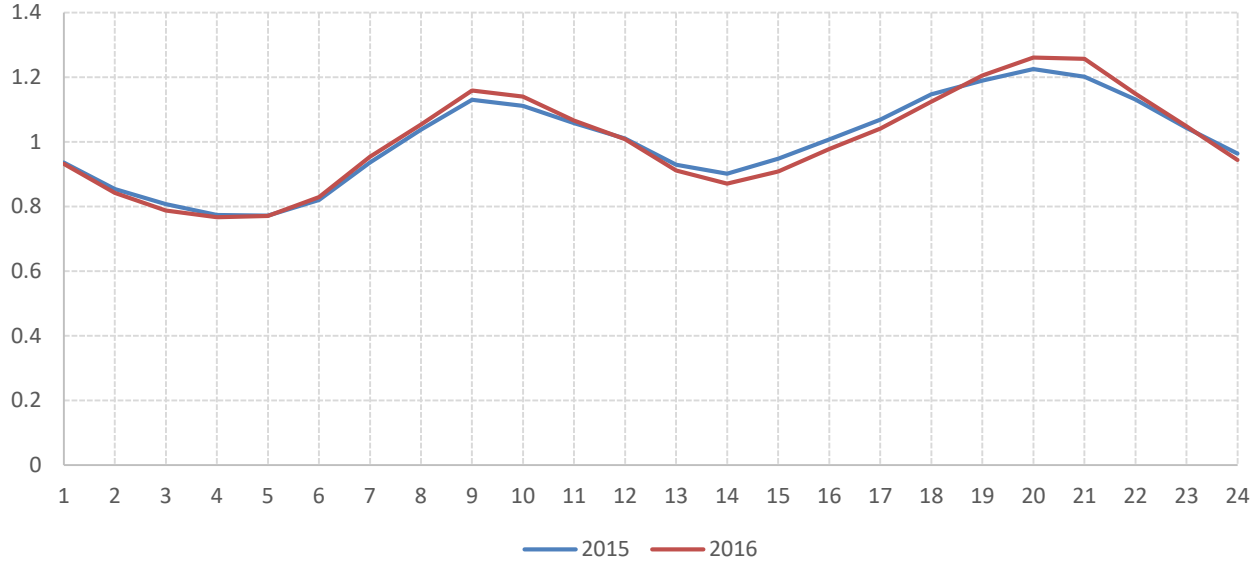


Diagramma di fabbisogno nel giorno di punta del mese di aprile 2015



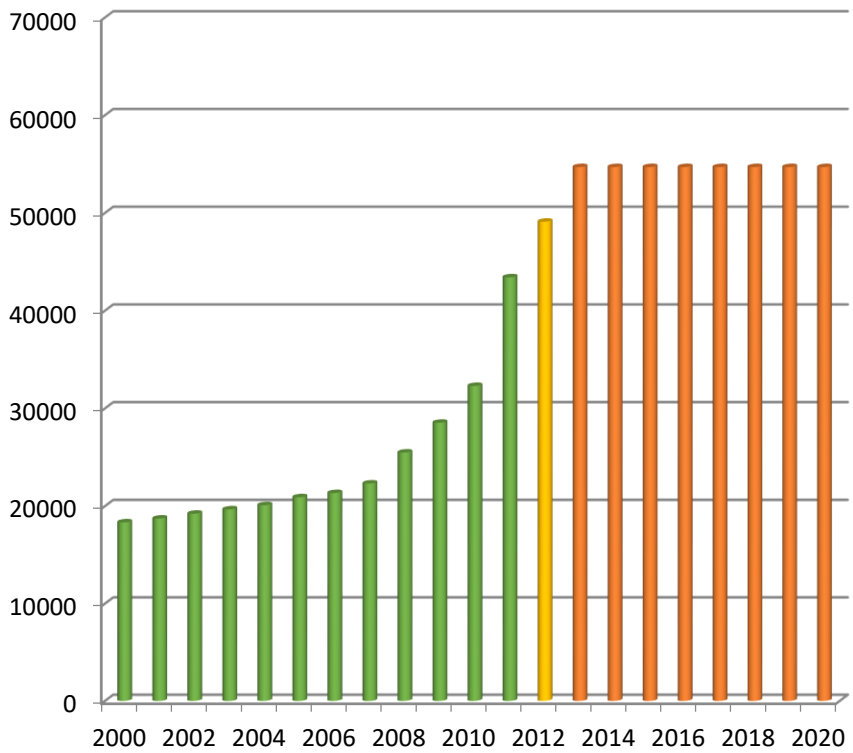
Profilo orario PUN parametrizzato rispetto al valore medio



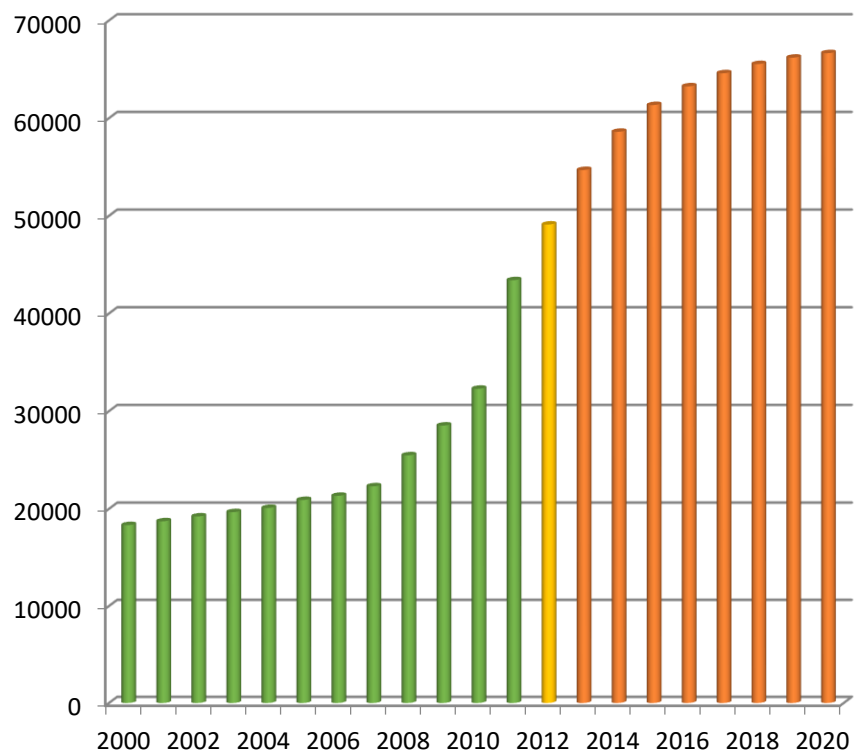
Pompaggi anche di giorno

Impianti a fonte rinnovabile per produzione energia elettrica Scenari per il futuro

Scenario 1: frenata brusca



Scenario 2: atterraggio morbido



Problematiche attuali e possibili sviluppi - 1

- Obiettivi 2020 già raggiunti per le rinnovabili elettriche
- Larga disponibilità di energia elettrica
- Difficoltà nella gestione del sistema elettrico

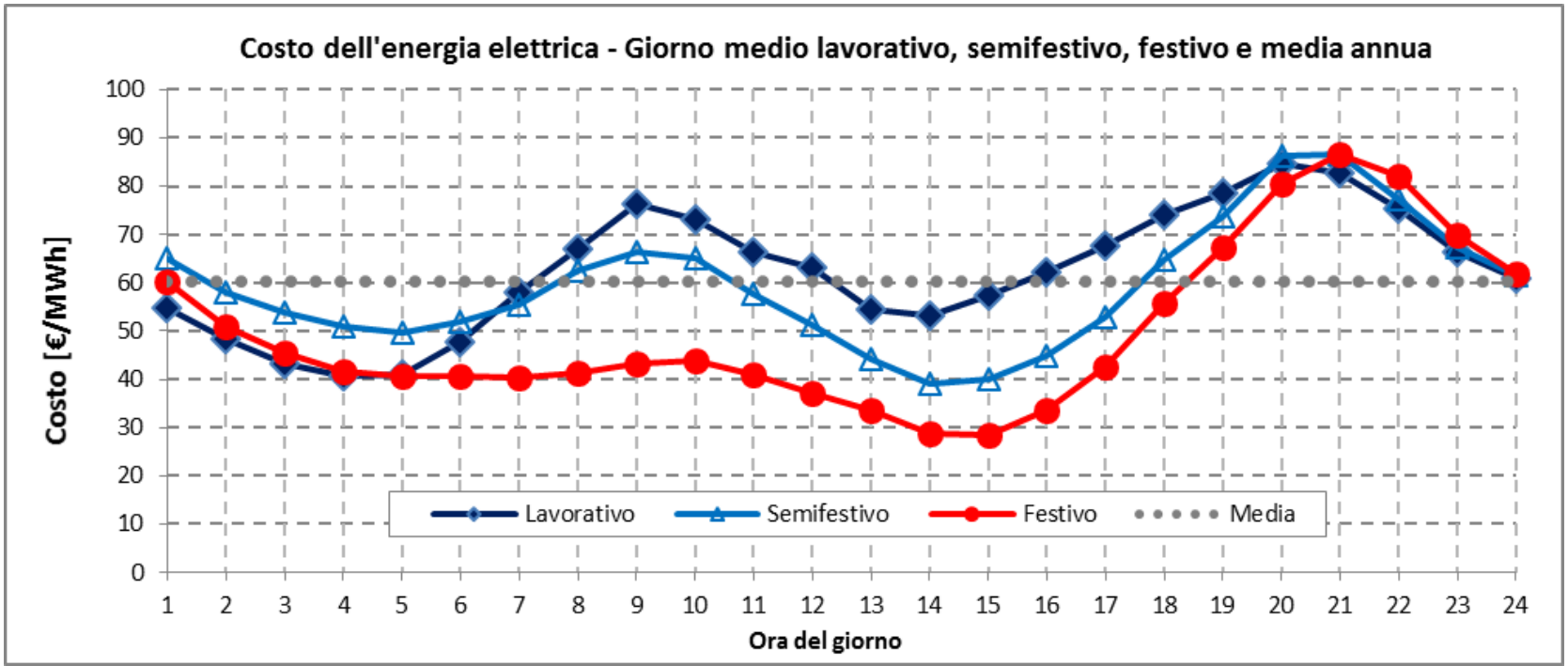
1. Rimodulazione degli obiettivi
2. Nuovi servizi/utenze alimentati da energia elettrica
3. Moderare l'aleatorietà dell'offerta di energia con una domanda «non rigida»

Problematiche attuali e possibili sviluppi - 2

1. Interventi di tipo regolatorio, agendo sul sistema di tariffazione dell'energia elettrica, per allineare offerta e domanda dell'energia: l'utente consumatore di energia elettrica può contribuire alla soluzione del problema attraverso il prelievo e l'utilizzazione dell'energia nei momenti in cui la produzione da fonte rinnovabile (offerta di energia) è più abbondante
2. Sistemi di accumulo dell'energia presso l'utente finale, il quale verrà quindi ad avere un ruolo attivo nel sistema elettrico in maniera analoga a quanto sta succedendo con gli impianti di produzione.
3. Riconsiderare alcuni usi energetici. Illuminazione, forza motrice sono stati sempre considerati come usi obbligati elettrici; per altri usi quali la preparazione cibi (cucina), la preparazione di acqua calda sanitaria e la climatizzazione invernale la scelta del vettore energetico è sempre stata subordinata a considerazioni di tipo economico e tecnico, ricadendo nella maggior parte dei casi sul vettore gas, in ragione principalmente della convenienza economica. La sovrabbondanza ed il basso costo dell'energia elettrica può portare a riconsiderare tali scelte.

Il costo dell'energia elettrica in Italia

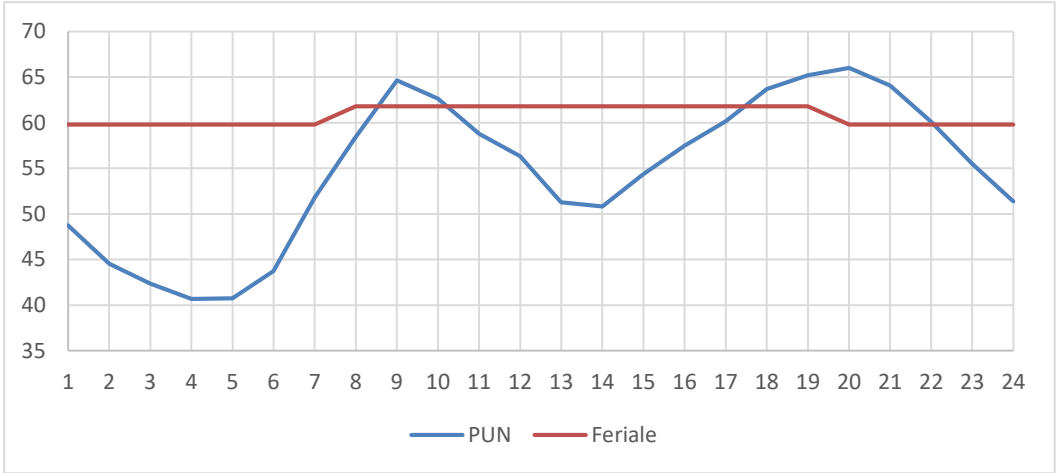
- Mercato elettrico affidato al Gestore dei Mercati Energetici S.p.A. (GME).
- Due picchi di costo (mattutino, 7-11) e serale (17-23)
- Due minimi, uno nelle ore notturne (2-6) e uno nelle ore centrali della giornata (12-16)
- Differenziazione tra i giorni lavorativi, semifestivi e festivi.
- Il costo medio dell'energia elettrica è maggiore nei giorni e minore nei giorni semifestivi o festivi.



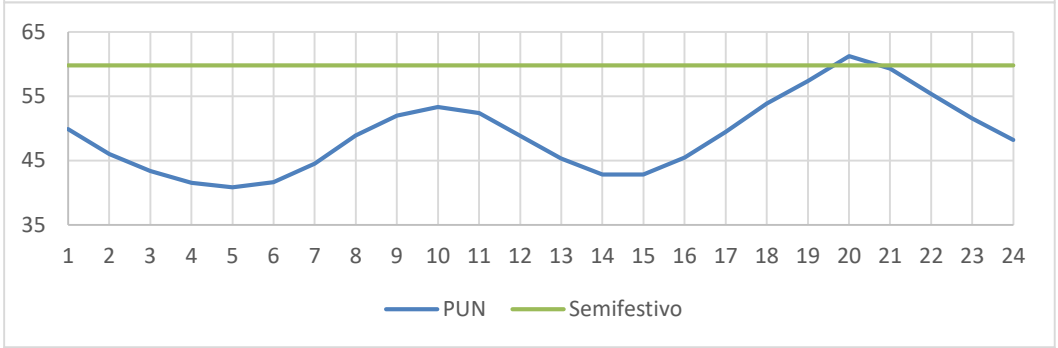
Modificare la distribuzione delle fasce orarie

Profilo giornaliero del PUN e valori della tariffa bioraria (anno 2015)

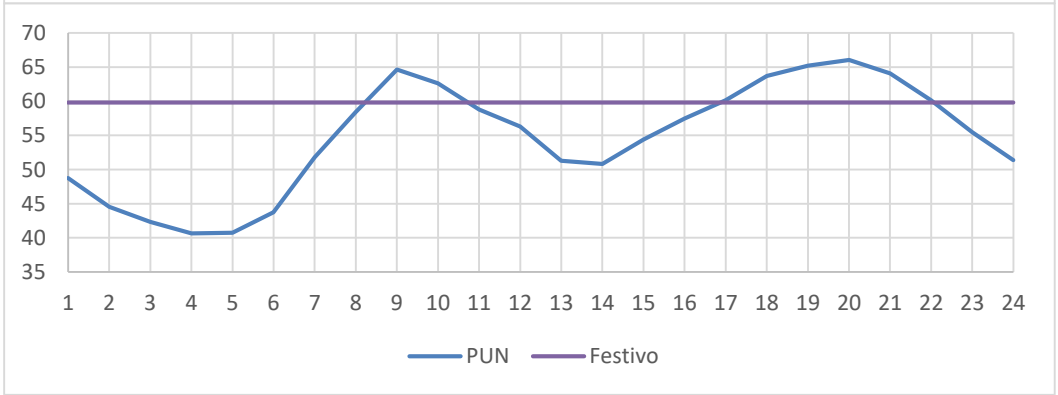
Lavorativo



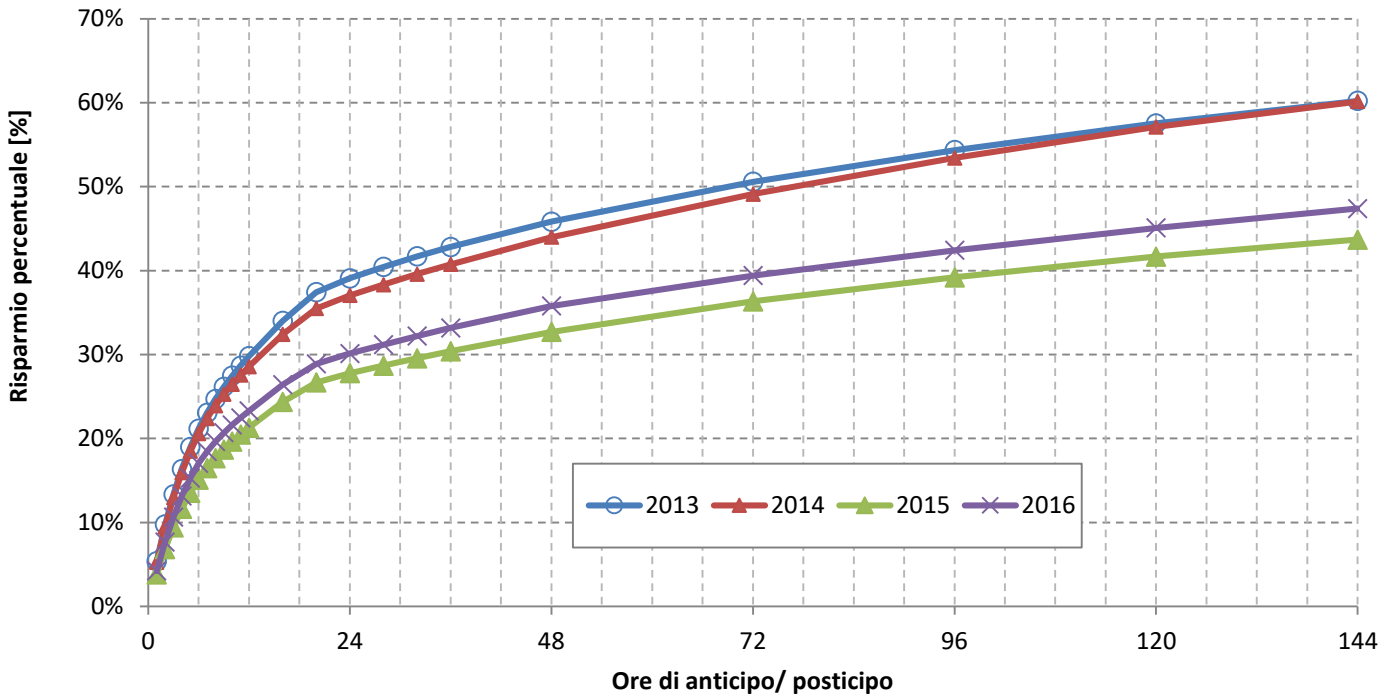
Semifestivo



Festivo

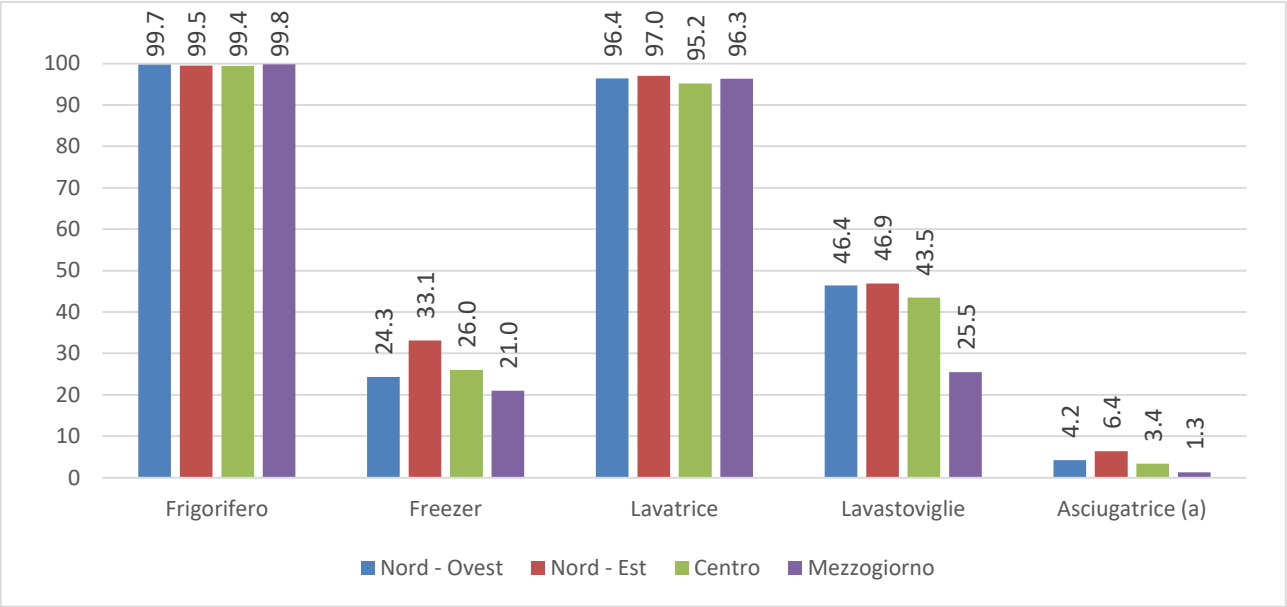


Anticipo/posticipo del prelievo di energia elettrica

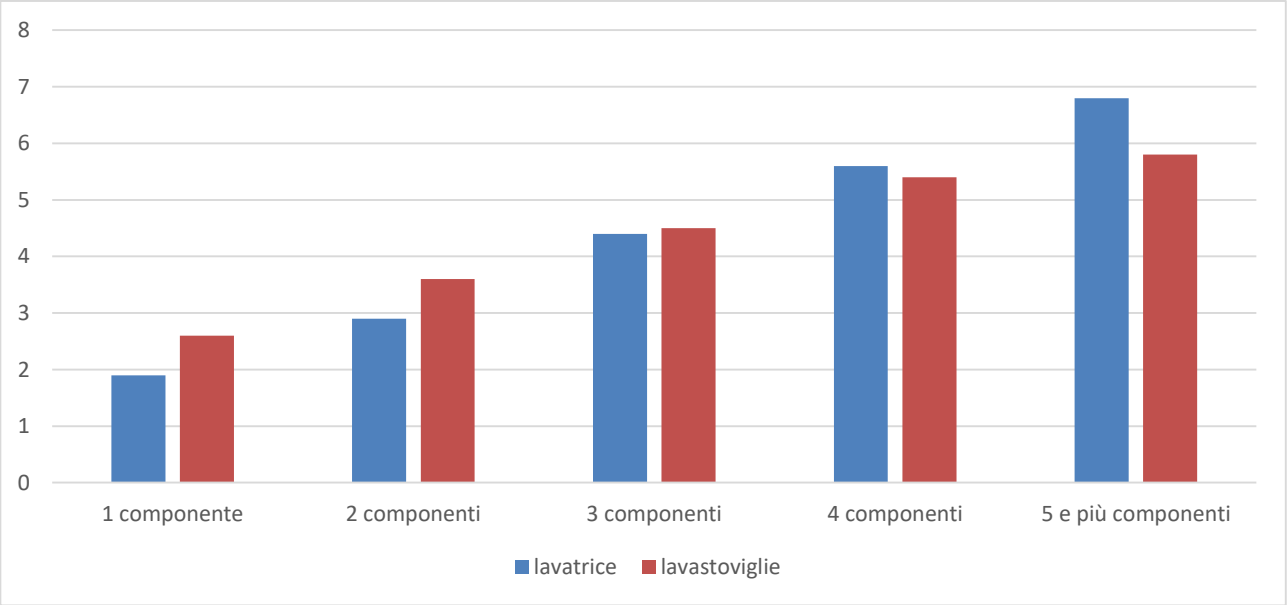


- Fino a 24-36 ore si ha un riscontro pratico nella modalità attuale di formazione del prezzo, mentre la parte restante rappresenta per il momento solo il risultato dell'elaborazione statistica
- Utenze interessate in ambito residenziale: lavatrici, lavastoviglie, asciugatrici, nella maggior parte dei casi già dotate di sistemi di accensione ritardata
- Altre essere aggiunte attraverso la domotica: computer portatili, telefoni cellulari, ecc.

Anticipo/posticipo del prelievo di energia elettrica

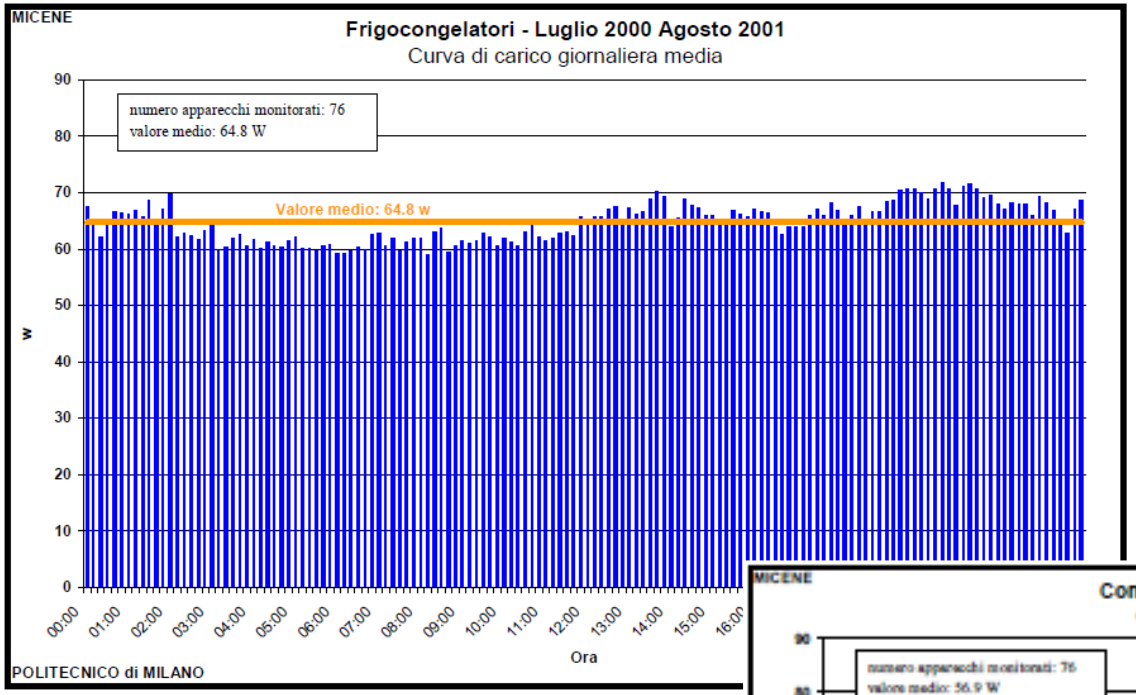


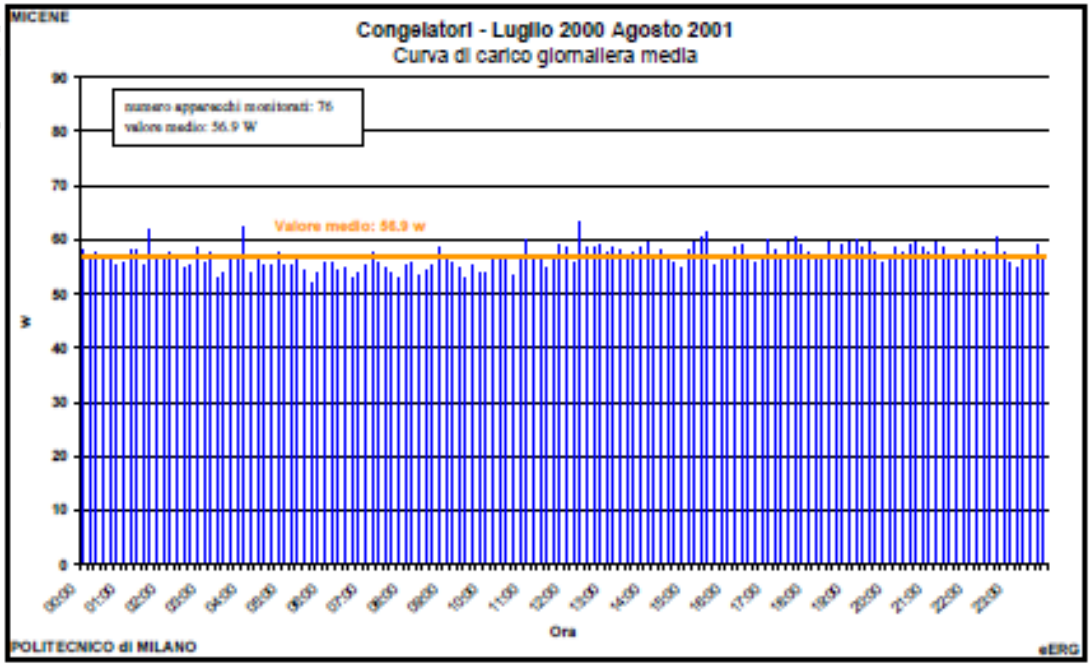
Famiglie in possesso di elettrodomestici effettivamente utilizzati, per tipologia di elettrodomestici e ripartizione, per 100 famiglie (fonte ISTAT)



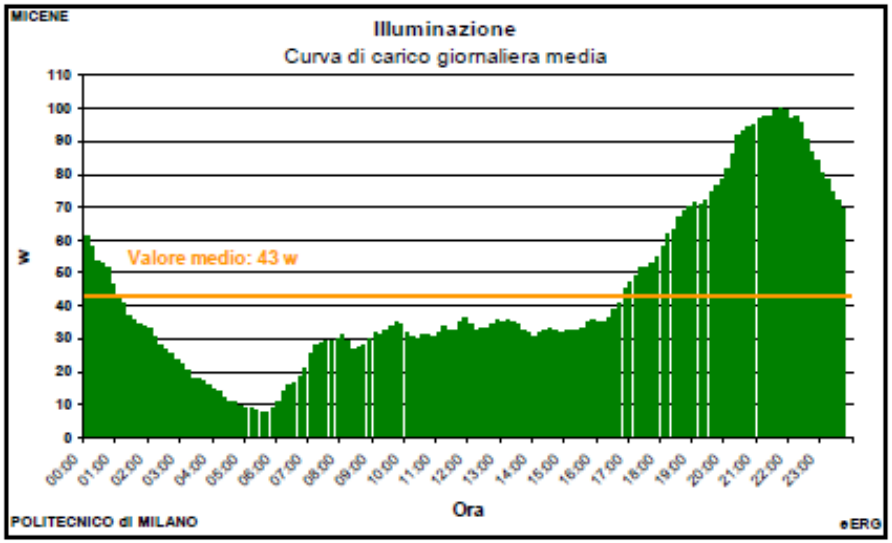
Numero medio di lavaggi a settimana in lavatrice e in lavastoviglie, per numero di componenti della famiglia (fonte ISTAT).

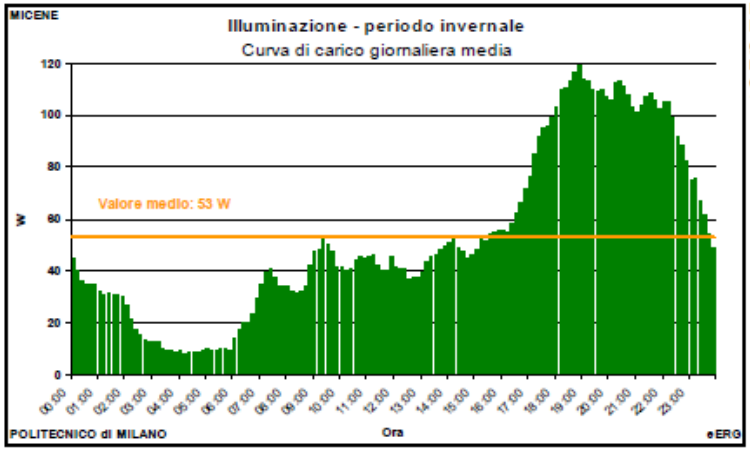
Profili di consumo energia elettrica

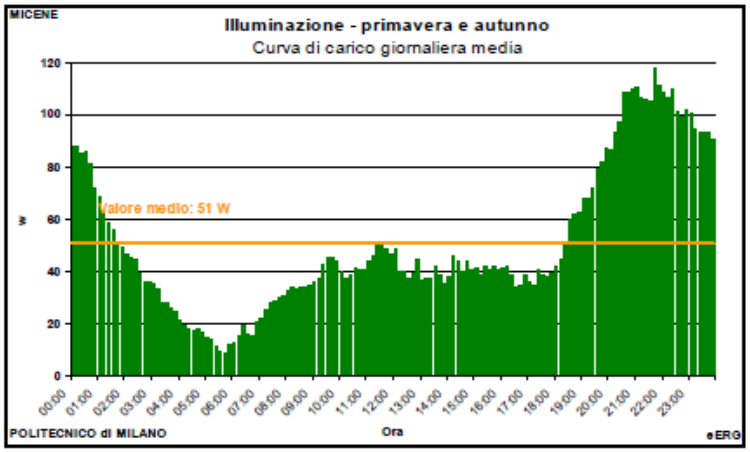


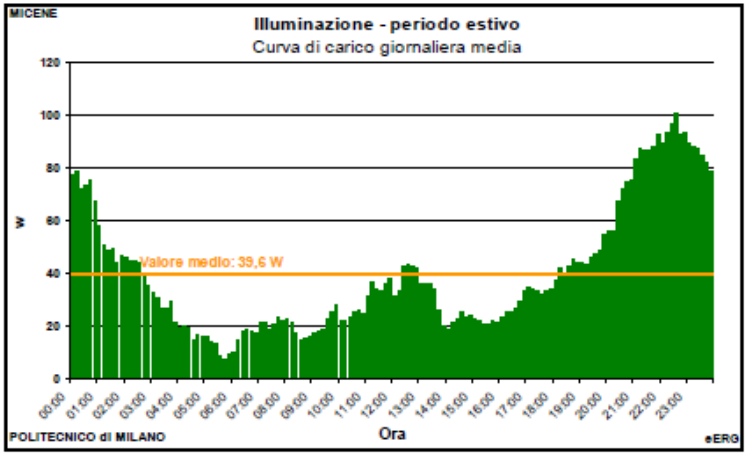


Profili di consumo energia elettrica

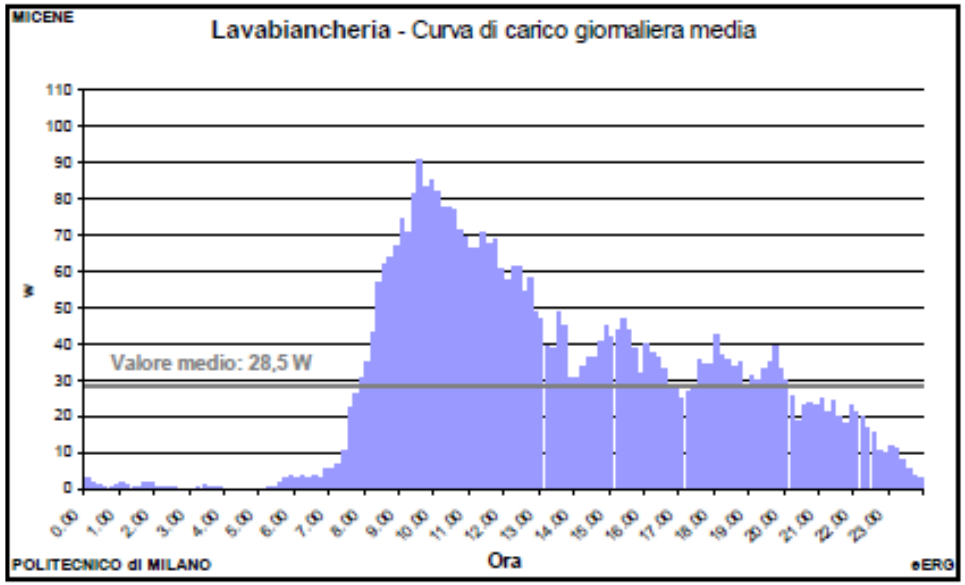


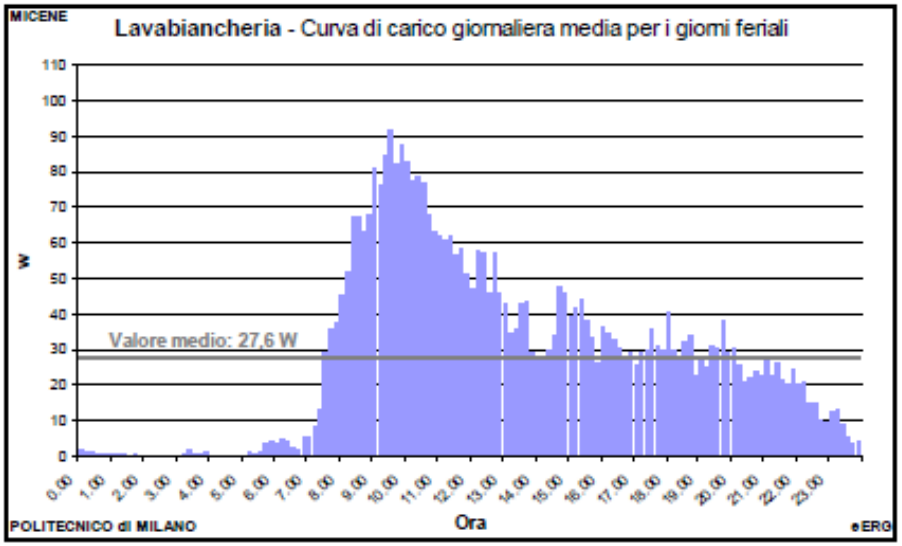


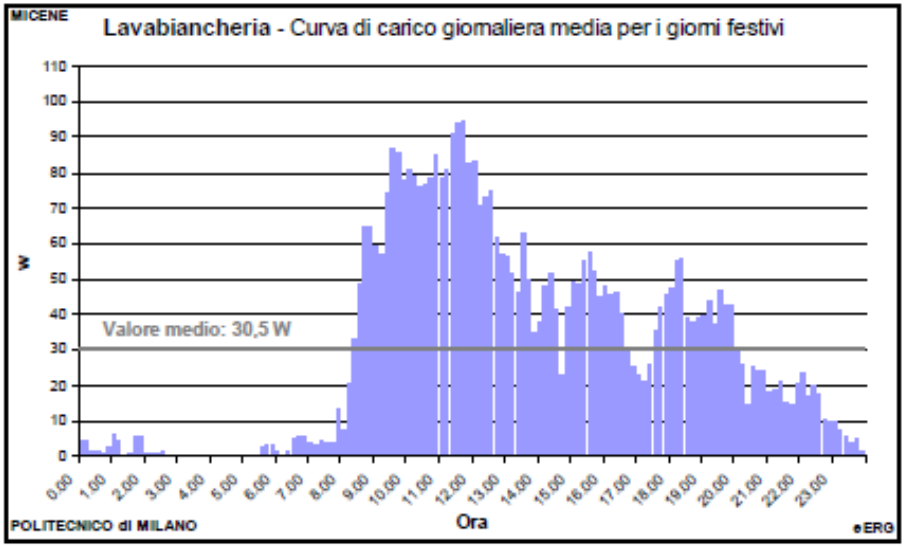




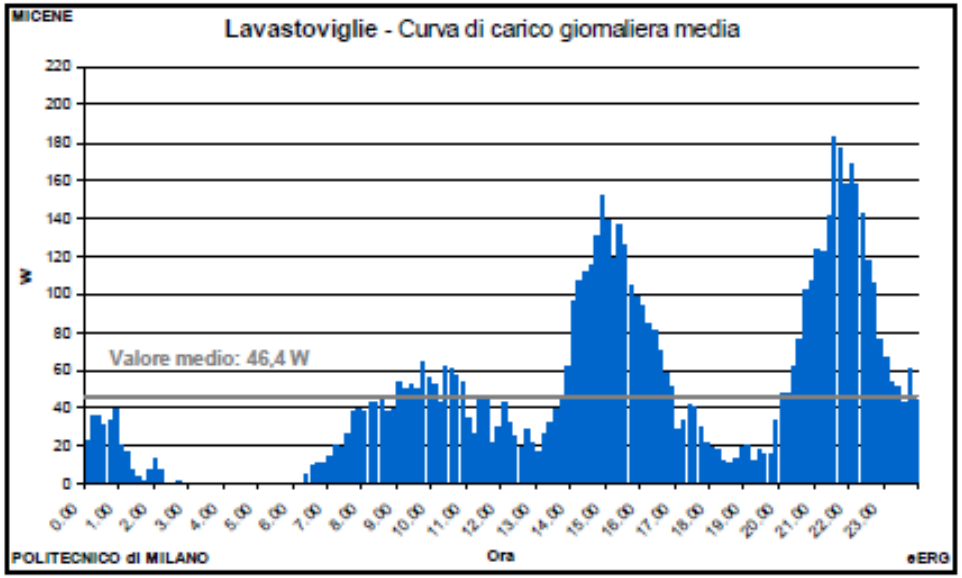
Profili di consumo energia elettrica

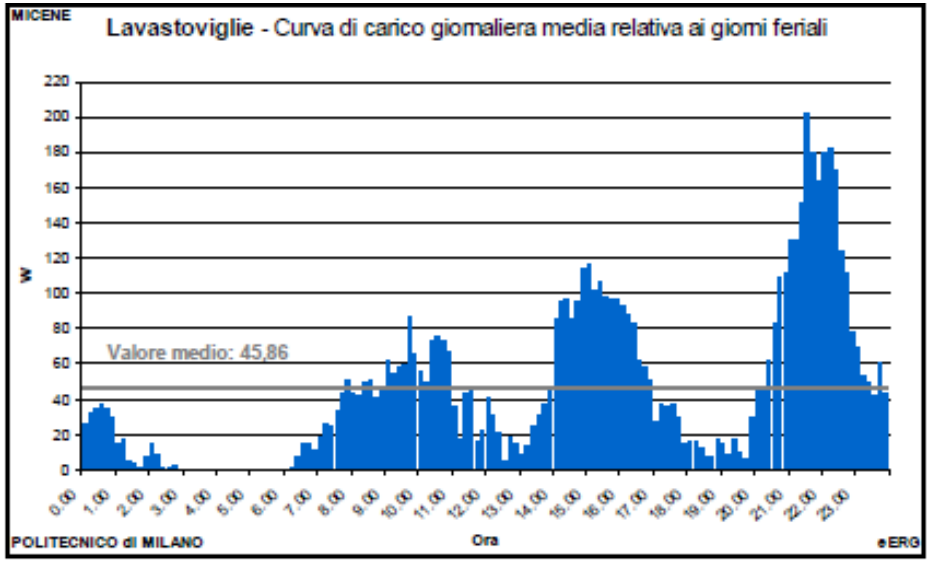


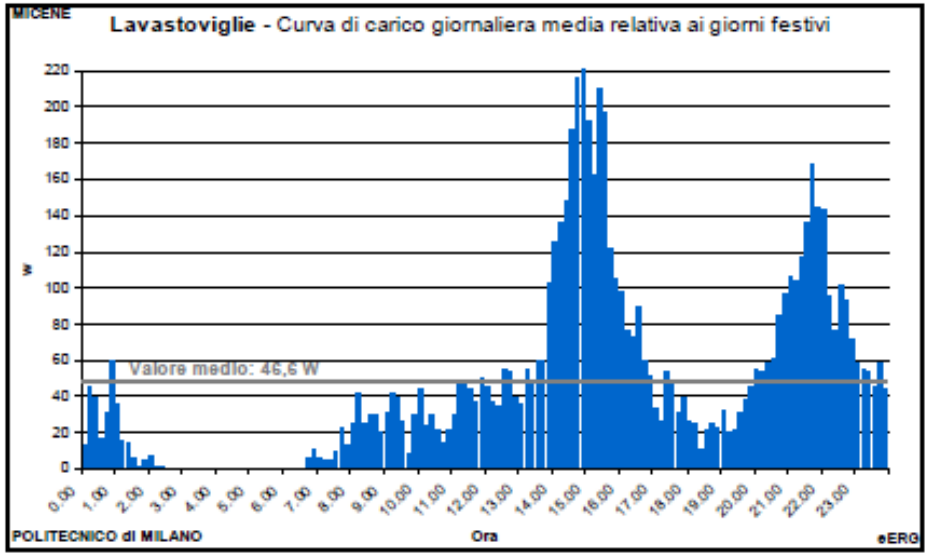




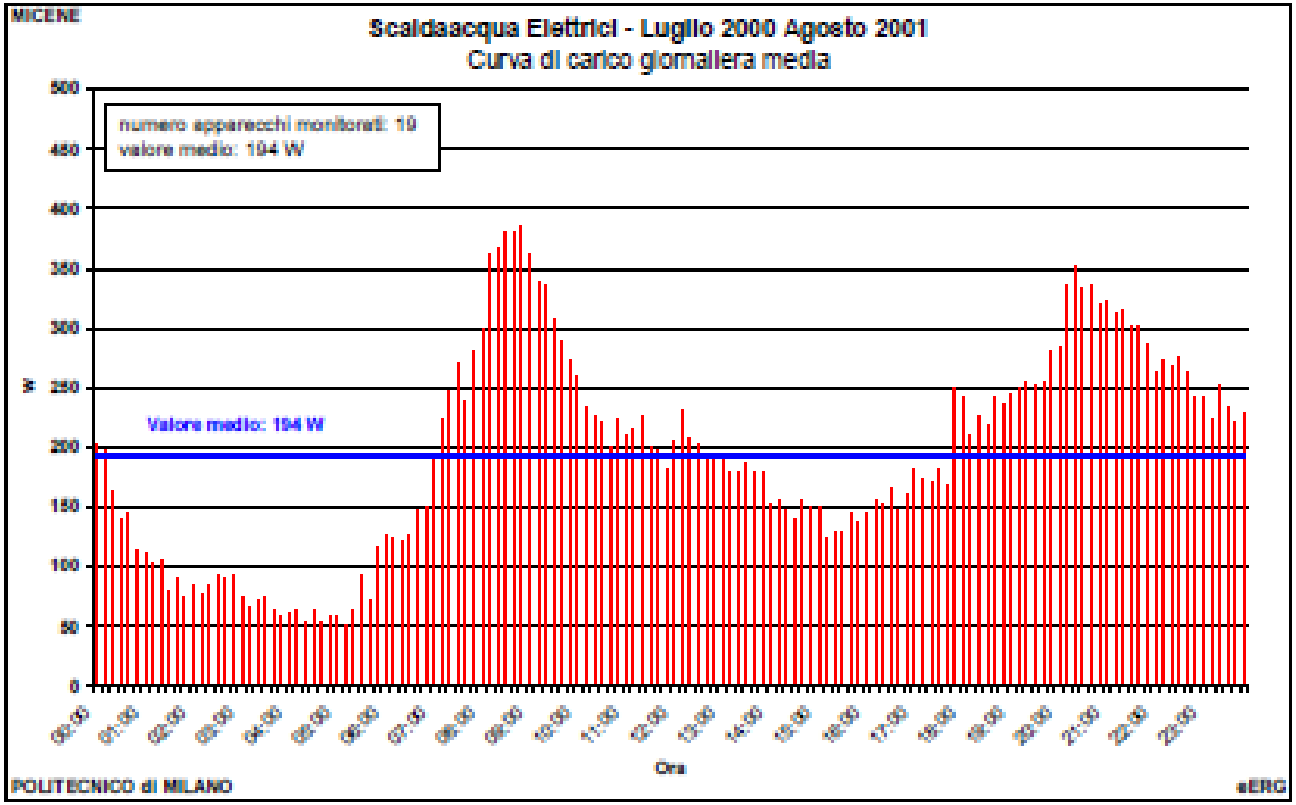
Profili di consumo energia elettrica



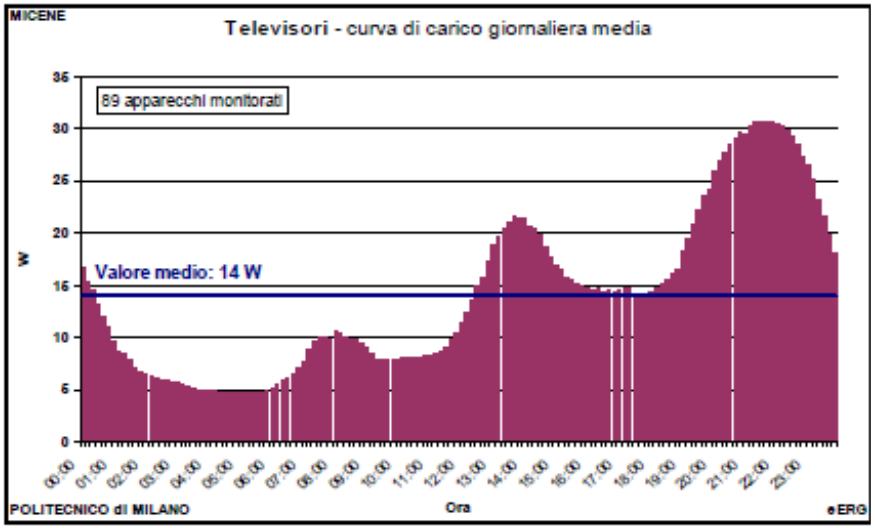


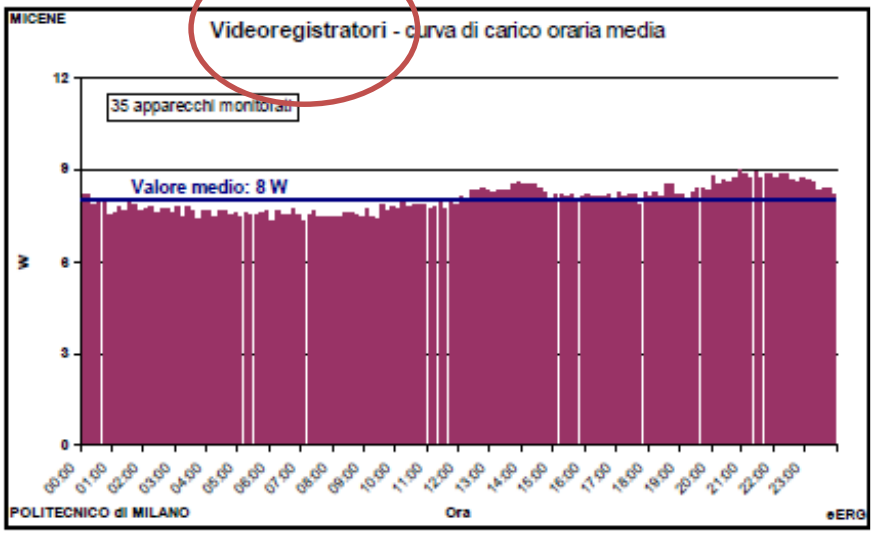


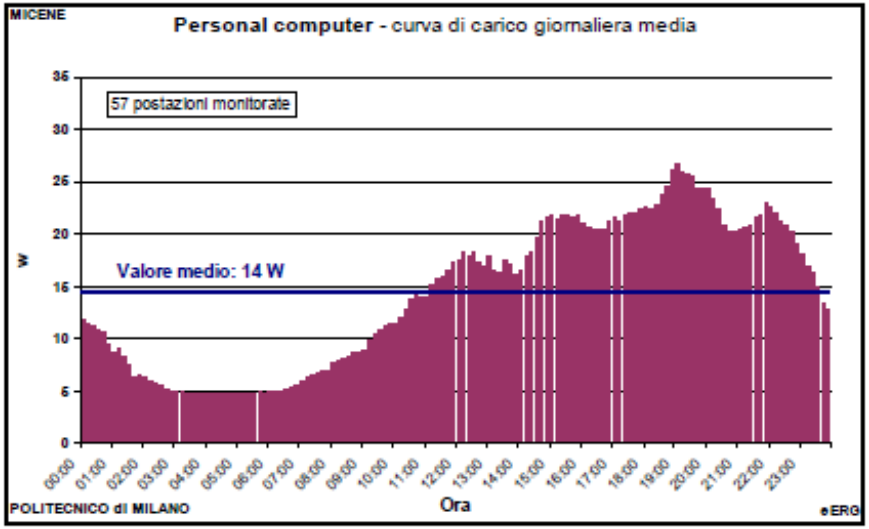
Profili di consumo energia elettrica



Profili di consumo energia elettrica







Anticipo/posticipo (lavaggi quotidiani lavatrice)

		Numero di componenti per ogni famiglia					
		1	2	3	4	5 o più	
Nord-Ovest	Numero famiglie	2.335.543	2.029.394	1.351.914	935.829	275.289	
	Percentuale possesso	96,4%	96,4%	96,4%	96,4%	96,4%	
	Lavaggi al giorno	0,27	0,41	0,63	0,80	0,97	
	Lavaggi totali	611.112	810.482	819.183	721.711	257.796	3.220.284
Nord-Est	Numero famiglie	1.586.234	1.392.794	957.143	696.041	246.266	
	Percentuale possesso	97,0%	97,0%	97,0%	97,0%	97,0%	
	Lavaggi al giorno	0,27	0,41	0,63	0,80	0,97	
	Lavaggi totali	417.633	559.704	583.584	540.128	232.053	2.333.101
Centro	Numero famiglie	1.610.201	1.323.229	993.454	738.371	250.471	
	Percentuale possesso	95,2%	95,2%	95,2%	95,2%	95,2%	
	Lavaggi al giorno	0,27	0,41	0,63	0,80	0,97	
	Lavaggi totali	416.076	521.882	594.483	562.343	231.636	2.326.419
Mezzogiorno	Numero famiglie	2.135.327	1.920.383	1.589.805	1.607.160	636.918	
	Percentuale possesso	96,3%	96,3%	96,3%	96,3%	96,3%	
	Lavaggi al giorno	0,27	0,41	0,63	0,80	0,97	
	Lavaggi totali	558.144	766.151	962.332	1.238.156	595.828	4.120.610
Italia	Lavaggi totali						12.000.414

Anticipo/posticipo (cicli di asciugatura)

	Lavaggi totali	Percentuale di possesso	Cicli di asciugatura
Nord-ovest	3.220.284	4,2	135.252
Nord-est	2.333.101	6,4	149.318
Centro	2.326.419	3,4	79.098
Mezzogiorno	4.120.610	1,3	53.568
Italia	12.000.414		417.237

Anticipo/posticipo (lavaggi quotidiani lavastoviglie)

		Numero di componenti per ogni famiglia					
		1	2	3	4	5 o più	
Nord-Ovest	Numero famiglie	2.335.543	2.029.394	1.351.914	935.829	275.289	
	Percentuale possesso	46,4%	46,4%	46,4%	46,4%	46,4%	
	Lavaggi al giorno	0,37	0,51	0,64	0,77	0,83	
	Lavaggi totali	402.514	484.271	403.257	334.973	105.837	1.730.852
Nord-Est	Numero famiglie	1.586.234	1.392.794	957.143	696.041	246.266	
	Percentuale possesso	46,9%	46,9%	46,9%	46,9%	46,9%	
	Lavaggi al giorno	0,37	0,51	0,64	0,77	0,83	
	Lavaggi totali	276.322	335.942	288.579	251.828	95.699	1.248.369
Centro	Numero famiglie	1.610.201	1.323.229	993.454	738.371	250.471	
	Percentuale possesso	43,5%	43,5%	43,5%	43,5%	43,5%	
	Lavaggi al giorno	0,37	0,51	0,64	0,77	0,83	
	Lavaggi totali	260.162	296.025	277.812	247.776	90.277	1.172.053
Mezzogiorno	Numero famiglie	2.135.327	1.920.383	1.589.805	1.607.160	636.918	
	Percentuale possesso	25,5%	25,5%	25,5%	25,5%	25,5%	
	Lavaggi al giorno	0,37	0,51	0,64	0,77	0,83	
	Lavaggi totali	202.246	251.845	260.614	316.151	134.572	1.165.428
Italia	Lavaggi totali						5.316.702

Accumulo di energia termica - 1

- Riscaldamento degli edifici, con destinazione d'uso residenziale, a combustione (gas, gasolio, biomassa) in ragione della convenienza economica.

- Preparazione dell'acqua calda sanitaria con sistemi a combustione, per ragioni economiche; in molti casi è già effettuata con sistemi alimentati ad energia elettrica.

- Climatizzazione estiva, non sempre presente in ambito residenziale, con sistemi ad alimentazioni elettrica, in moltissimi casi costituiti da refrigeratori del tipo aria-aria.

- E' mutato lo scenario energetico: ripensamento di molte situazioni spingendo verso l'impiego di energia elettrica, in sistemi ibridi o in sistemi alimentati totalmente ad elettricità, che nella configurazione migliore prevedono l'uso di pompe di calore e di sistemi di accumulo.

Accumulo di energia termica - 2

- Duplice beneficio: utilizzo dell'energia elettrica rinnovabile del sistema elettrico nazionale e utilizzo delle risorse rinnovabili termiche aerotermica, idrotermica e geotermica.

- Realizzabilità per acqua calda sanitaria: semplice, non si hanno difficoltà tecniche di sorta, né ingombri eccessivi

- Discorso più complesso per la climatizzazione invernale ed estiva: distinzione tra gli edifici, in funzione dei consumi specifici e dei sistemi impiantistici preposti al riscaldamento o al raffrescamento.

- Per i nuovi edifici, con bassi consumi specifici, la progettazione dovrebbe essere orientata all'integrazione di sistemi di generazione dell'energia termica e frigorifera ad alimentazione elettrica (pompe di calore) con accumulo e sistemi di distribuzione dell'energia a bassa temperatura in grado di massimizzare l'utilizzo dell'energia accumulata.
- Per gli edifici esistenti, in presenza di consumi specifici non bassi e di sistemi impiantistici funzionanti ad alta temperatura, la realizzabilità tecnica è più complessa; soluzione ibride, con integrazione di sistemi diversi anche per il riscaldamento/raffrescamento solo di alcune zone dell'edificio.

Accumulo acqua calda sanitaria

Famiglie per fonte di alimentazione dell'impianto unico o prevalente di riscaldamento dell'acqua ripartizione, composizione percentuale.

	Metano	Energia elettrica	Biomasse	GPL	Gasolio	Energia solare	**Totale**
Nord - Ovest	81,6	8,9	1,2	4,2	3,3	0,8	100,0
Nord - Est	81,1	4,4	2,0	6,5	5,0	1,0	100,0
Centro	71,3	16,3	2,6	6,9	2,1	0,7	100,0
Mezzogiorno	58,0	24,3	3,6	11,7	1,8	0,5	100,0
Italia	71,9	14,4	2,4	7,6	2,9	0,7	100,0

Consumi elettrici e impegni di potenza per la preparazione di acqua calda sanitaria.

	Consumo annuo	Consumo giornaliero	Potenza elettrica	Ore di funzionamento giornaliero
	[kWh]	[kWh]	[kW]	[h]
Scaldabagno tradizionale	1200	3,3	1,2	2,7
Scaldabagno a pompa di calore	400	1,1	0,3	3,7

Accumulo acqua calda sanitaria

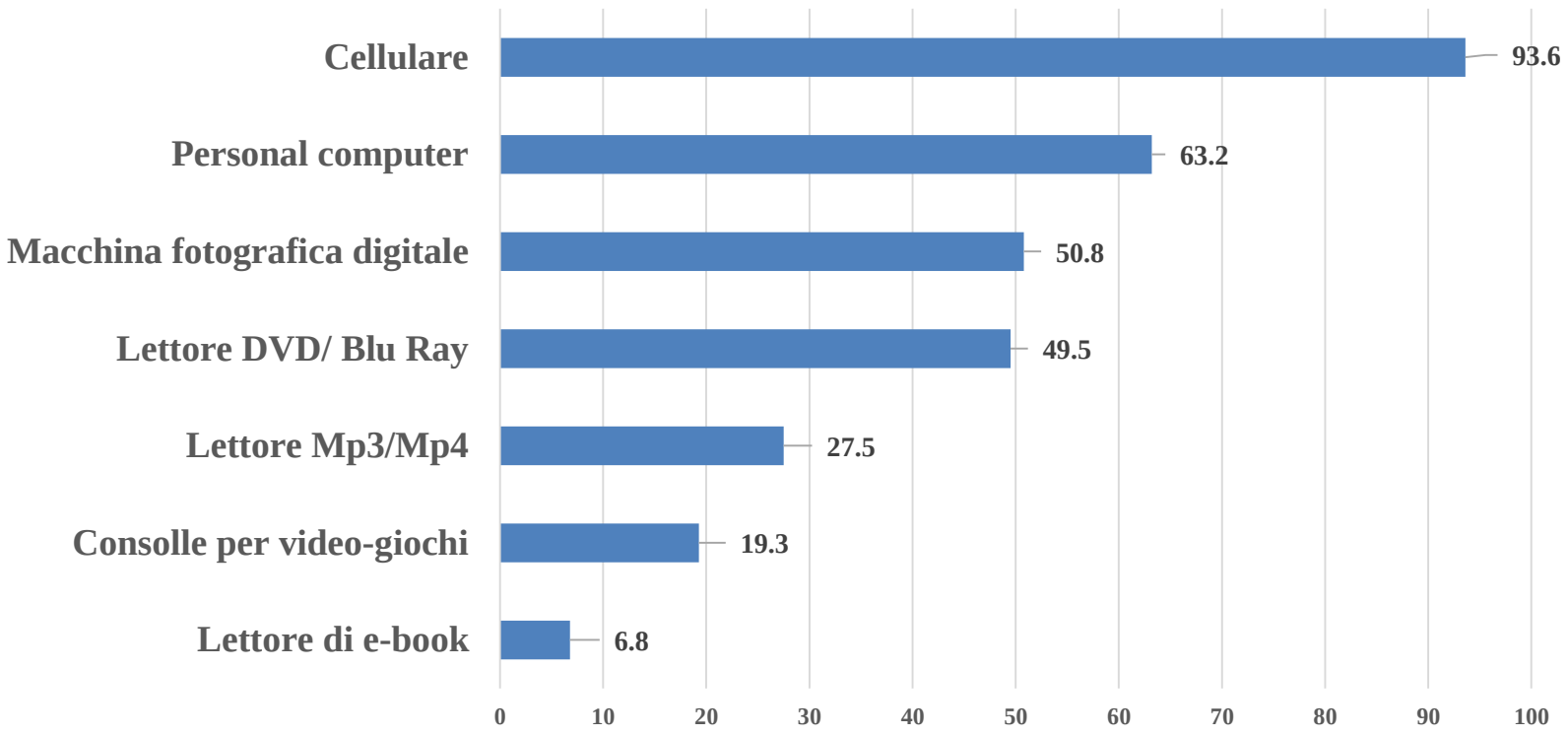
Potenziale di accumulo in sistemi di preparazione dell'acqua calda sanitaria nel comparto residenziale, nella situazione attuale.

	Potenza elettrica	Numero famiglie	Percentuale di impianti con fonte elettrica	Potenza elettrica
	[kW]	[-]	[%]	[GW]
Scaldabagno tradizionale	1,2	25.816.311	14,4%	4,5
Scaldabagno a pompa di calore	0,3	25.816.311	14,4%	1,1

Potenziale di accumulo in sistemi di preparazione dell'acqua calda sanitaria nel comparto residenziale, nell'ipotesi di totale elettrificazione delle utenze.

	Potenza elettrica	Numero famiglie	Percentuale di impianti con fonte elettrica	Potenza elettrica
	[kW]	[-]	[%]	[GW]
Scaldabagno tradizionale	1,2	25.816.311	100,0%	31,0
Scaldabagno a pompa di calore	0,3	25.816.311	100,0%	7,7

Carichi accumulabili: apparecchi con batteria

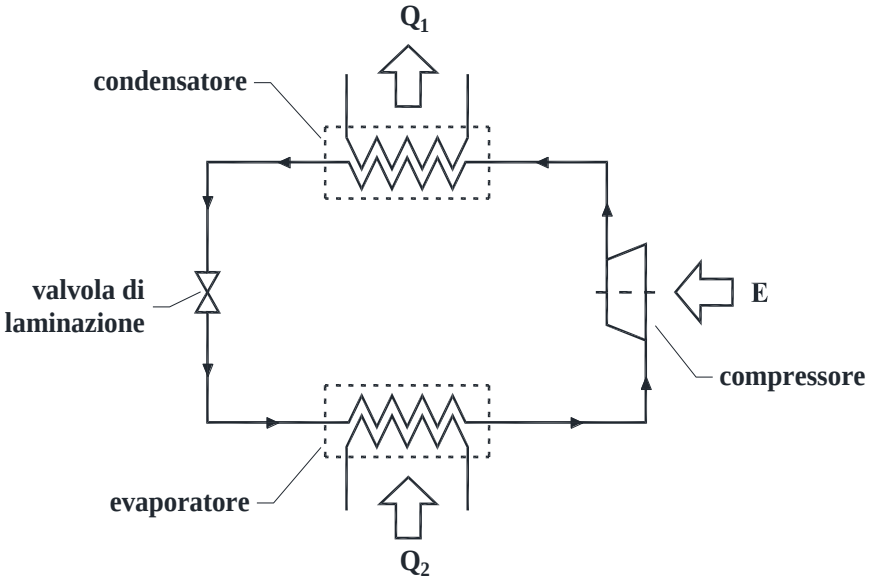


Considerando che in Italia ci sono circa 60 milioni di telefoni cellulari (e che la ricarica di ognuno richiede circa 5W per una durata di 1-2 ore) e circa 10 milioni di computer portatili (80 W per una durata di 1-2 ore), il potenziale di accumulo correlato a tali apparecchiature è di circa 1 GW per una durata di 1-2 ore. Tale potenziale cresce, ovviamente, considerando in maniera analoga le altre apparecchiature dotate di batteria.

Carichi accumulabili: riscaldamento e raffrescamento

- Volendo dare una prima indicazione sul potenziale realizzabile presso l'utente finale sono stati considerati i dati di consumi e le ore di funzionamento giornaliero sopra esposte ed una durata di 150 giorni della stagione di riscaldamento.
- Con la evidente approssimazione della metodologia di calcolo adoperata, si può affermare che la potenza termica degli impianti di riscaldamento invernale attualmente funzionanti in Italia al servizio del comparto residenziale è stimabile in 200-300 GW.
- Ipotizzando una totale elettrificazione delle utenze di riscaldamento nel comparto residenziale con sistemi a pompa di calore, e assumendo un COP pari a 3 delle pompe di calore, il potenziale di accumulo risulterebbe molto alto e potrebbe raggiungere valori di 65-100 GW per un periodo di circa 8 ore giorno, limitate alla stagione invernale.

L'energia rinnovabile della pompa di calore



Bilancio energetico

$$Q_2 = Q_1 - E$$

Bilancio energetico in termini di energia primaria

$$Q_{2,RINN} = Q_1 - E \cdot f_{ELE,PRIM}$$

Dlgs 28/2011

$$Q_1 > E \cdot f_{ELE,PRIM} \cdot 1{,}15$$

$$\frac{Q_1}{E} = COP > f_{ELE,PRIM} \cdot 1{,}15$$

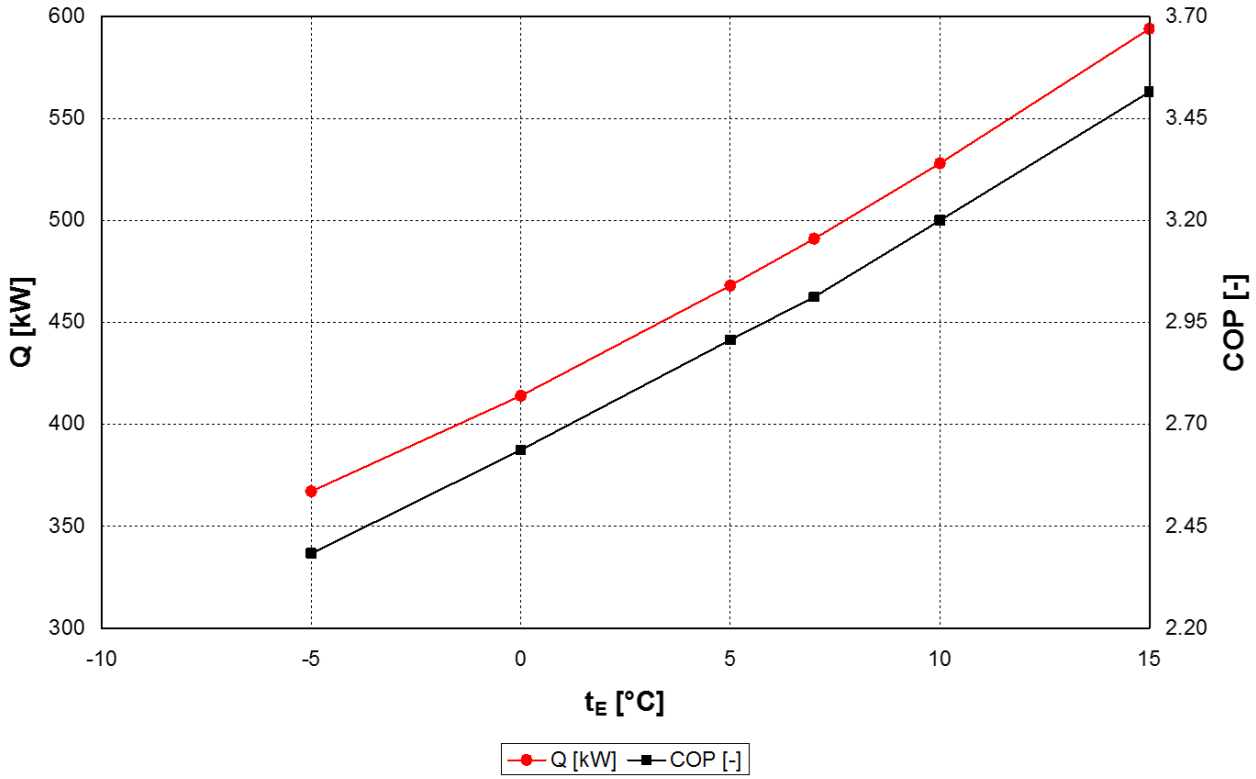
Quota rinnovabile crescente con il COP

$$Q_{2,RINN} = (COP - f_{ELE,PRIM}) \cdot E$$

Pompe di calore aria-acqua

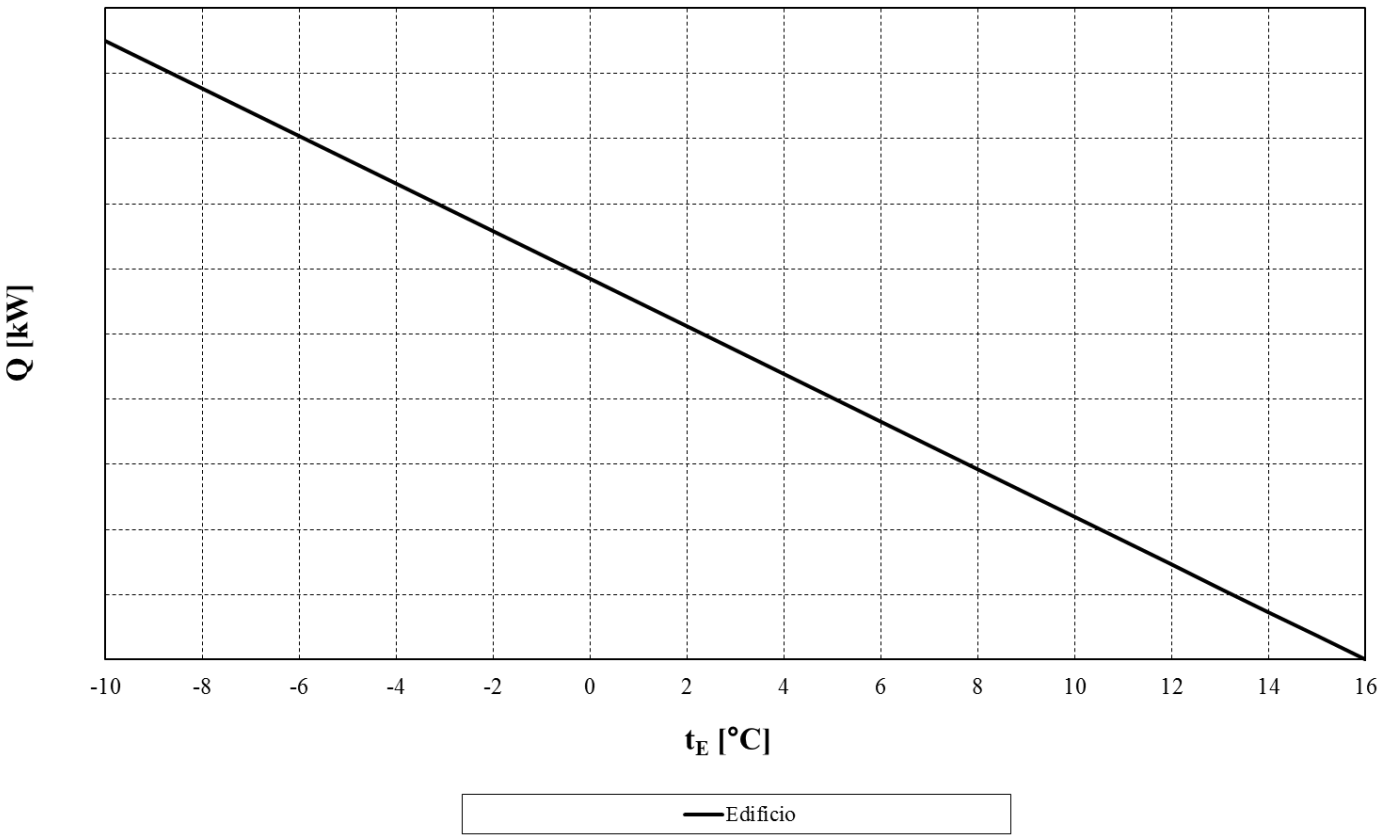
Per tutte le pompe di calore di tipo aria-acqua è ben noto che:

1. COP e Q_{COND} fortemente dipendenti dalla temperatura dell'aria esterna.
2. COP e Q_{COND} diminuiscono rapidamente a causa della formazione di brina.



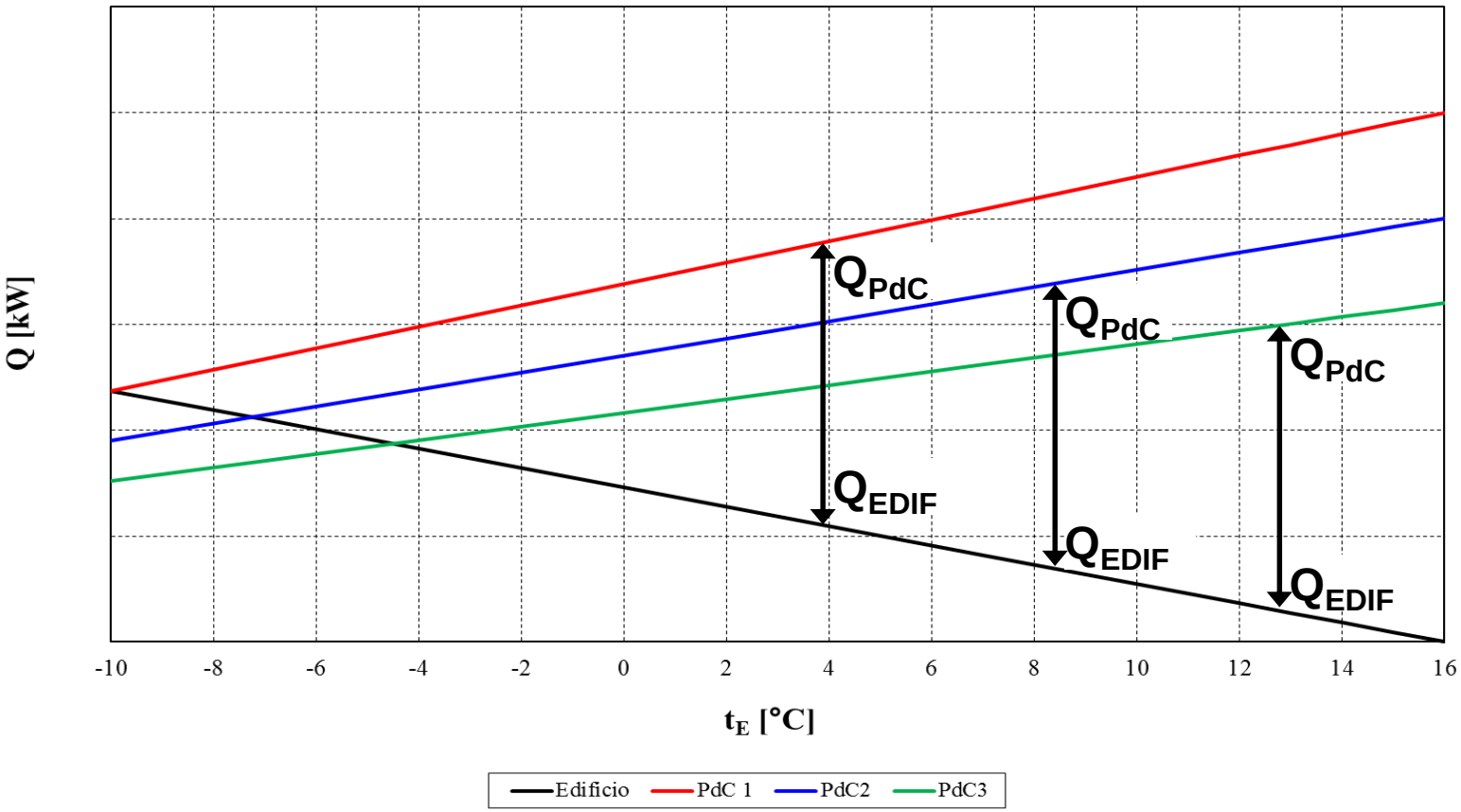
Edifici

Per un edificio invece il carico termico di riscaldamento diminuisce all'aumentare della temperatura dell'aria esterna.



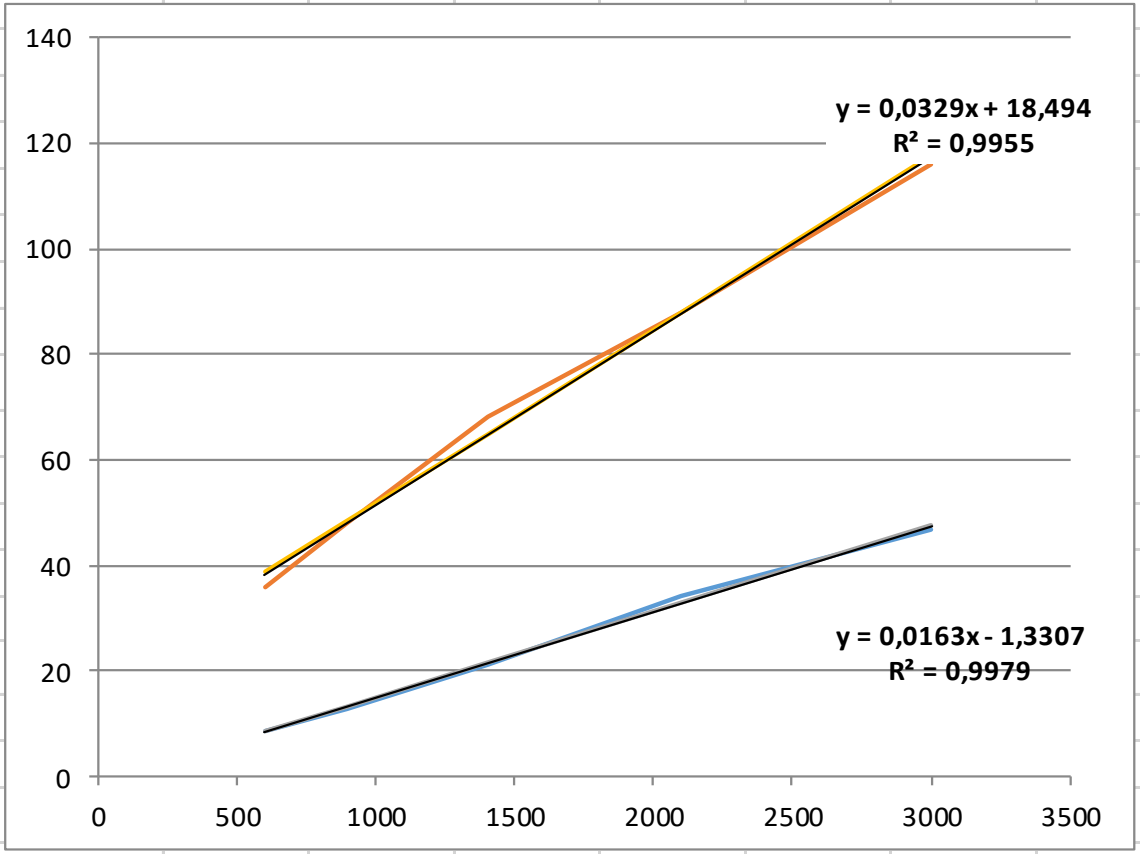
Pompe di calore ed edifici

Pertanto, accoppiando pompa di calore ed edificio



Accumulo energia termica riscaldamento

S/V	0,67	
GG	1415	
Classe	G	350%
Epci	178,90	
zona climatica	D	
durata	166,00	
	1,08	kWh/m^2 giorno
delta T	10	°C
cp	4,186	kJ/kg°C
m	92,7	kg
S appartamento	100	m^2
V accumulo	9269	litri
	9,27	m^3



Nuovi servizi/utenze alimentati da energia elettrica

- **Pompe di calore per il riscaldamento**
- **Pompe di calore per la produzione di acqua calda sanitaria**
- Rinnovabili termiche (aerotermica, idrotermica, geotermica) e rinnovabili elettriche insieme
- Energia caldaia : pompa di calore = 1 : 0,6
- Costi di gestione caldaia : pompa di calore = 1 : 0,8

- Scaldabagni elettrici
- Cucine elettriche
- Mobilità elettrica

Moderare l'aleatorietà dell'offerta di energia con una domanda «non rigida»

- Accumulo dell'energia presso l'utente (per la gestione dei picchi di produzione)
  - Accumuli di acqua calda sanitaria, di energia termica o frigorifera

- Utenze ad attivazione differita (per la gestione dei picchi di produzione)
  - Accumuli di acqua calda sanitaria, di energia termica o frigorifera
  - Lavatrici, Lavastoviglie ……altre utenze

- Utenze disattivabili (per la gestione dei vuoti di produzione)
  - Accumuli di acqua calda sanitaria
  - Accumuli di energia termica o frigorifera
  - Lavatrici, Lavastoviglie …..altre utenze

- **Chi gestisce le utenze?**

Fonti

- **GSE -** http://www.gse.it
- **GME -** www.mercatoelettrico.org
- **TERNA -** http://www.terna.it
- **Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas -** http://www.autorita.energia.it