

## La bolletta della luce

○ Le attività di trasmissione e dispacciamento generano dei costi che si riflettono sulla bolletta.

### SINTESI DEGLI IMPORTI FATTURATI

Spesa per la materia energia (A)	22,73 €
Spesa per il trasporto dell'energia elettrica e la gestione del contatore (A)	15,30 €
Spesa per Oneri di Sistema (A)	3,78 €
Totale IVA (B)	4,18 €

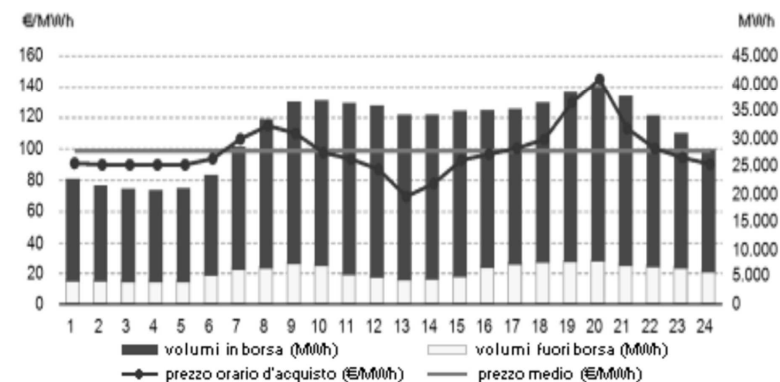


53

## Prezzo medio mensile dell'energia elettrica in Italia (25 marzo 2024)

### Mercato del Giorno Prima (MGP)

prezzi e volumi orari per il giorno di flusso 25/03/2024



54

## Gli attori istituzionali del mercato elettrico italiano

- ❑ **Terna S.p.A.** ([www.terna.it](http://www.terna.it)) – svolge il servizio di dispacciamento. È proprietaria della rete di trasmissione nazionale ad alta e altissima tensione e si occupa del trasporto dell'energia in alta tensione dai punti di produzione a quelli di distribuzione, della gestione del sistema elettrico e degli impianti, nonché dello sviluppo della rete elettrica.
- ❑ **Gestore dei Mercati Energetici (GME)** (<http://www.mercatoelettrico.org/>) – Gestisce la borsa elettrica in accordo con le esigenze tecniche espresse dal Terna (il Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale)
- ❑ **Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente (ARERA)** (<http://www.arera.it>) attraverso specifiche delibere stabilisce la remunerazione dei servizi di trasmissione e dispacciamento assicurati da Terna. ARERA definisce le regole per il dispacciamento di merito economico e dei meccanismi di controllo del potere di mercato.

55

## Gli attori istituzionali del mercato elettrico italiano

- ❑ **Acquirente Unico (AU):** ([www.acquirenteunico.it](http://www.acquirenteunico.it)) società alla quale è attribuito il compito di garantire la disponibilità di energia elettrica necessaria per fare fronte alla domanda di tutti i Clienti, attraverso l'acquisto della capacità necessaria di energia e la rivendita della stessa ai distributori, a condizioni non discriminatorie e idonee a consentire l'applicazione di una tariffa unica nazionale per i clienti. L'AU può acquistare energia elettrica sulla Borsa elettrica o attraverso contratti bilaterali.

56

## Gli attori non istituzionali del mercato elettrico italiano

- ❑ I **produttori**
- ❑ gli **importatori** (i primi 10 in Italia sono: Eni, Edison, Enel Trade, DufEnergy Trading, Enoi, Axpolitalia, WorldEnergy, Shell, Premium gas..)
- ❑ I **distributori**: si occupano del trasporto e della consegna al cliente finale dell'energia elettrica, attraverso le reti di distribuzione a media e bassa tensione.
- ❑ I **fornitori** (o società di vendita): si occupano della vendita al dettaglio dell'energia al cliente finale (decide il prezzo della materia energia, «ti manda la bolletta a casa», etc)
- ❑ i **traders** (aspetti finanziari),
- ❑ i **clienti idonei** (grandi consumatori)
- ❑ I **clienti vincolati**, ovvero prevalentemente le utenze domestiche, sono obbligati per legge ad approvvigionarsi tramite il proprio distributore locale.

57

## Il mercato della capacità

- ❑ Il Mercato della Capacità (Capacity Market nasce in Italia nel 2019, ed è un meccanismo di regolazione della capacità del mercato, che prevede una **remunerazione** per la potenza flessibile.
- ❑ In parole semplici i grandi impianti di produzione verranno **pagati per la loro disponibilità a produrre energia** in caso di necessità o in alternativa gli operatori della gestione della domanda saranno remunerati per la disponibilità a ridurre i consumi.
- ❑ Si tratta di contratti a medio-lungo termine

58

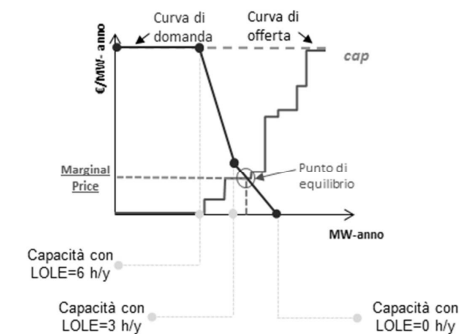
## Capacity market

- ❑ Chi può partecipare alle aste?  
gli operatori titolari di unità di produzione (programmabili e non programmabili) e di stoccaggio.
- ❑ Gli operatori della capacità selezionata in esito all'asta hanno:
  - l'obbligo di offrire la capacità sui mercati dell'energia e dei servizi;
  - il diritto di ricevere da Terna un premio fisso annuo;
  - l'obbligo di restituire a Terna la differenza, se positiva, fra il prezzo dell'energia elettrica che si realizza sui mercati dell'energia e dei servizi e un prezzo di esercizio definito dall'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA).

59

## Capacity market

- ❑ Il premio riconosciuto agli operatori (per un periodo di consegna di un anno, per gli impianti esistenti, e quindici anni per gli impianti nuovi) è dato dalla definizione del "marginal-price", definito a sua volta dall'incrocio fra le curve di domanda.



60

## Dove si trovano i dati dei mercati elettrici e dell'energia

- Principalmente sui siti di
- Terna, <https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/transparency-report>
- GME: <https://www.mercatoelettrico.org/it/>

61

## Gestore del mercato elettrico (GME)



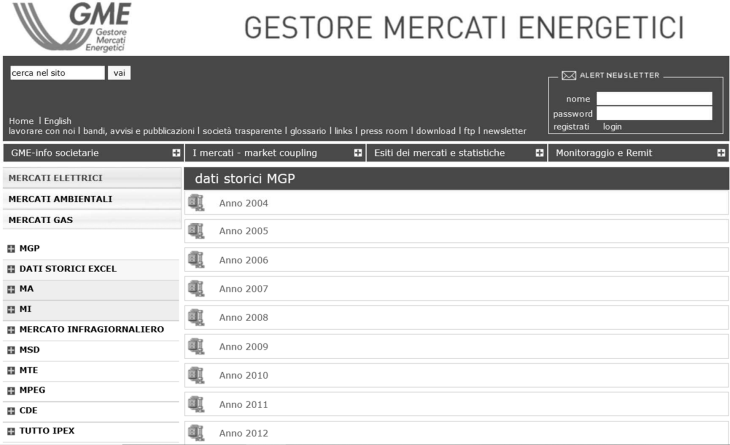
The screenshot shows the GME website interface. At the top, there is a search bar and a navigation menu. The main content area features a bar chart titled 'Mercato del Giorno Prima (MGP) prezzi e volumi orari per il giorno di flusso 25/03/2024'. The chart displays hourly electricity prices and volumes. To the right of the chart, there is a section for 'PUN Index' and 'I S Index'. The bottom of the page includes a footer with navigation links.

<https://www.mercatoelettrico.org/it/>

Esiti: <https://www.mercatoelettrico.org/it/Esiti/MGP/EsitiMGP.aspx>

62

## Dati storici da GME



The screenshot displays the GME website's 'dati storici MGP' section. It features a table with columns for the year and a download icon. The table lists historical data from 2004 to 2012. A sidebar on the left contains a navigation menu with various market categories.

Category	Year
MERCATI ELETRICI	Anno 2004
MERCATI AMBIENTALI	Anno 2005
MERCATI GAS	Anno 2006
MGP	Anno 2007
DATI STORICI EXCEL	Anno 2008
MA	Anno 2009
MI	Anno 2010
MERCATO INFRAGIORNALIERO	Anno 2011
MSD	Anno 2012
MTE	
MPEG	
CDE	
TUTTO IPEX	

<https://www.mercatoelettrico.org/it/download/DatiStorici.aspx>

63

## Dati da TERNA



The screenshot shows the Terna website's 'TRANSPARENCY REPORT: LA PIATTAFORMA' section. The page features a large background image of a data visualization and a navigation menu at the bottom. The text highlights the availability of data for the Italian electricity system.

<https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/transparency-report>

64

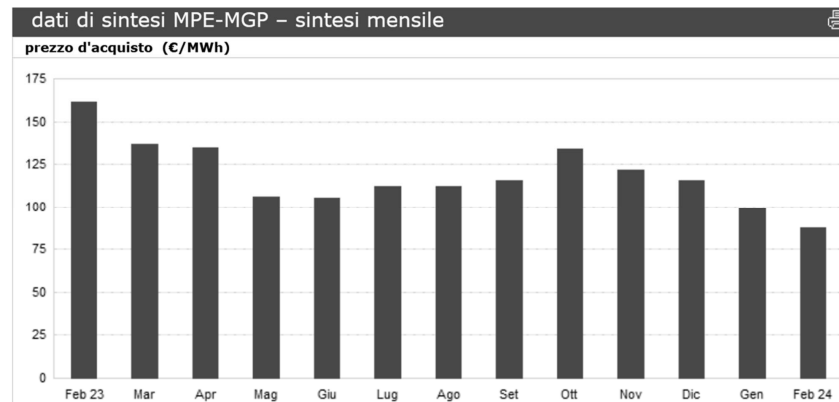
## Da cosa dipende il livello dei prezzi elettrici?

- Principalmente da questi fattori

  1. prezzo del combustibile, in funzione del mix dei combustibili impiegati (variabilità dei prezzi tra diversi paesi)
  2. rapporto tra domanda ed offerta (la domanda a sua volta dipende da vari fattori, per es la temperatura, fattori di calendario, etc)
  3. livello di efficienza del parco elettrico
  4. grado di competizione
  5. costo della CO2 (ETS)
  6. aspetti normativi

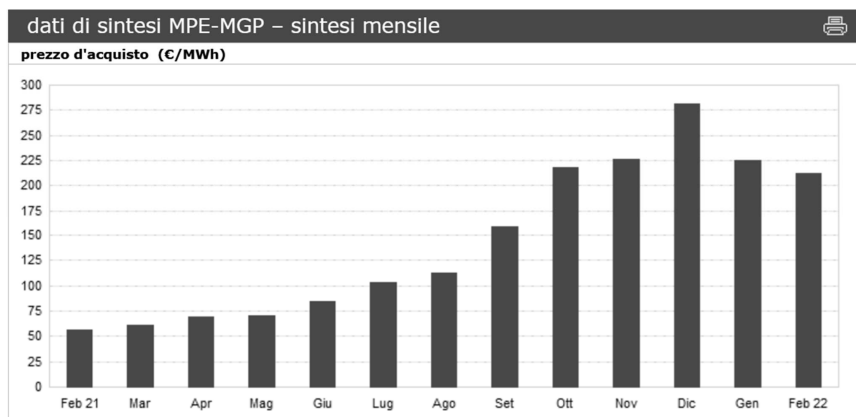
65

## Prezzo medio mensile dell'energia elettrica in Italia (2023.2-2024.2) (fonte GME)



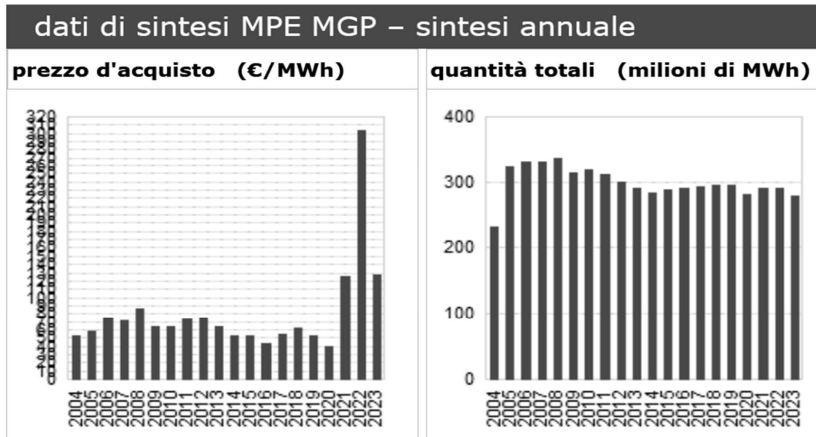
66

## Prezzo medio mensile dell'energia elettrica in Italia (2021-22) (fonte GME)



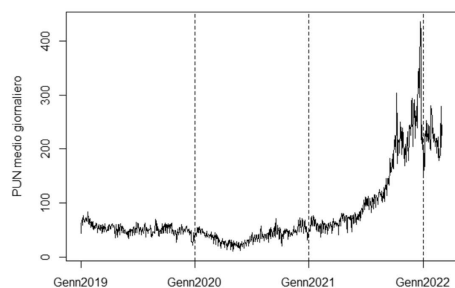
67

## Prezzo e quantità annuali dell'energia elettrica in Italia (2004-2023)



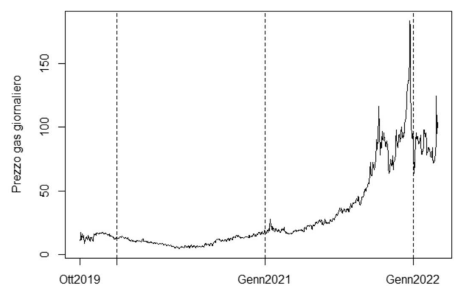
aggiornato al 03/01/2024

68



## PUN giornaliero medio

(1 gennaio 2019 – 28 febbraio 2022)

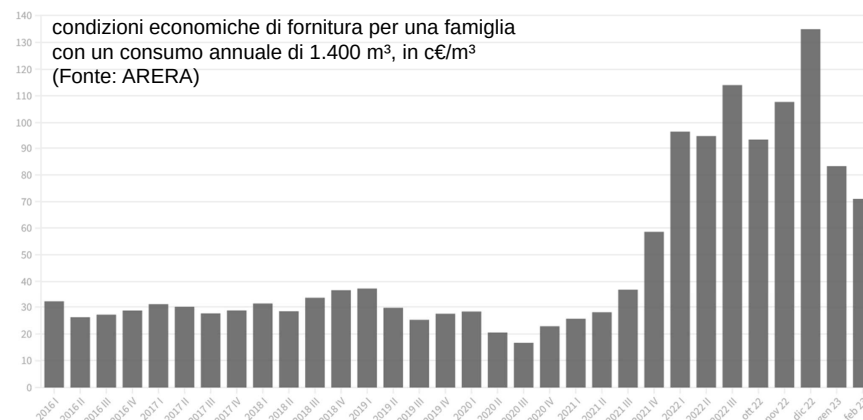


## Prezzo giornaliero del gas

(1 ottobre 2019 – 28 febbraio 2022)  
euro/MWh

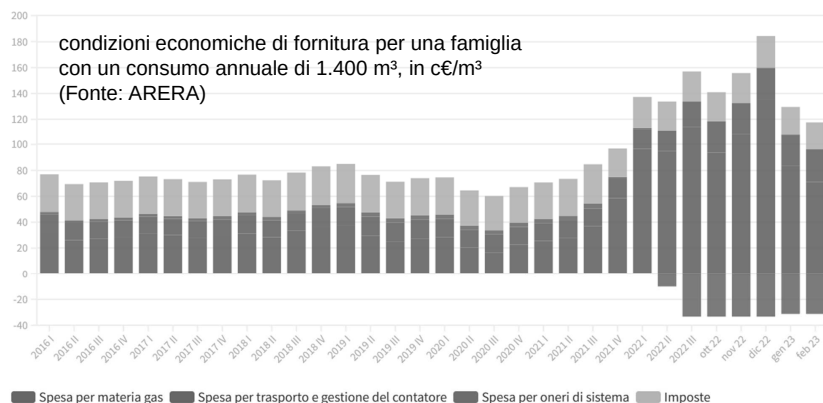
69

## Spesa trimestrale italiana per materia gas dal 2016 (cent./m<sup>3</sup>)



70

## Spesa trimestrale italiana per il gas dal 2016 (cent./m<sup>3</sup>)



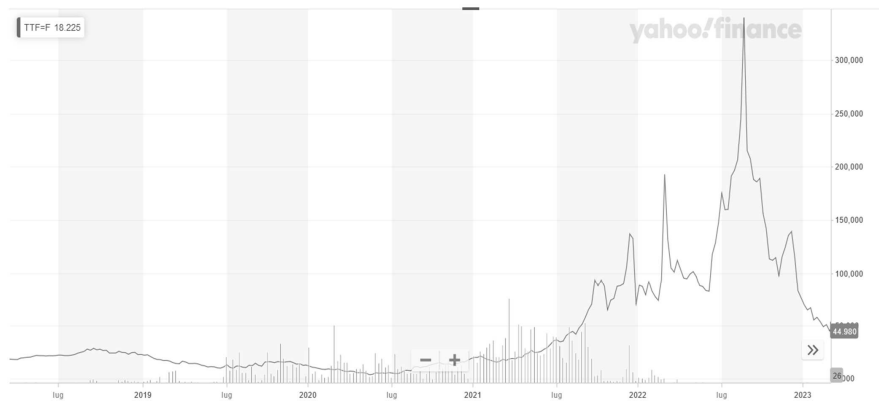
71

## PSV e TTF

- ❑ **PSV** – Il prezzo del gas naturale che paghiamo in bolletta dipende dal prezzo del mercato all'ingrosso. Il **punto di scambio virtuale (PSV)** è il principale punto di incontro tra domanda e offerta del mercato del gas in Italia.
- ❑ Qui si definisce il prezzo del gas all'ingrosso e in base a questo valore i fornitori gas valutano il prezzo della materia prima gas da applicare ai clienti finali
- ❑ L'indice **TTF** (Title Transfer Facility) è l'indice di borsa del gas naturale nel mercato dei Paesi Bassi, che permette il commercio di gas all'interno della rete olandese e in tutta Europa.

72

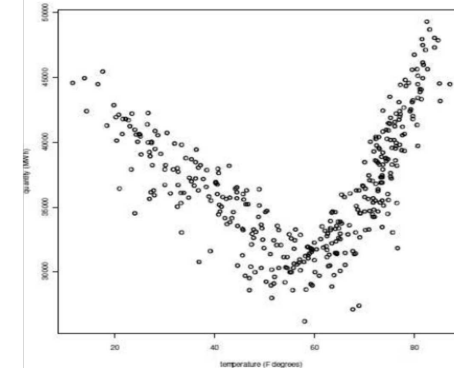
## TTF marzo 2020 – marzo 2023



73

## Dipendenza da fattori atmosferici

- **Dipendenza da fattori atmosferici:** domanda e temperatura sono strettamente connesse;
- Scatterplot tra temperatura atmosferica (F°) e domanda media giornaliera PJM (MWh), da aprile 2002 ad agosto 2003.



50°F=10°C

74

## ETS (Emission Trading Scheme)

- ❑ Una direttiva dell'Unione europea prevede che dal'1/1/2005 gli impianti grandi emettitori di CO2 dell'UE non possano funzionare senza un'autorizzazione alle emissioni di gas serra.
- ❑ Ogni impianto autorizzato deve compensare annualmente le proprie emissioni con quote che possono essere comprate e vendute dai singoli operatori interessati.
- ❑ Un **credito di carbonio o carbon credit** è un certificato negoziabile, ovvero un titolo equivalente ad una tonnellata di CO2 non emessa o assorbita grazie ad un progetto di tutela ambientale realizzato con lo scopo di ridurre o riassorbire le emissioni globali di CO2 e altri gas ad effetto serra.
- ❑ Gli impianti possono acquistare le quote nell'ambito di aste pubbliche europee o possono approvvigionarsene sul mercato.

75

## Valore degli ETS (maggio 2021 – marzo 2022)



76

## Le serie storiche delle variabili dei mercati elettrici: fatti stilizzati

- **Alta frequenza:** oraria o semi oraria;
- **Stazionarietà**
- Presenza di possibili **break strutturali e/o cambi di livello**
- **Struttura di dipendenza**
- **Stagionalità su più scale (giornaliera, settimanale, annuale):** la domanda di elettricità è influenzata dalle attività umane e dalle stagioni;
- **Effetti calendario:** la domanda è più bassa nei fine settimana e nei giorni festivi, e questo influenza il prezzo;
- **Dipendenza da fattori atmosferici:** domanda e temperatura sono strettamente connesse;
- Dipendenza da fattori tecnici;
- **Distribuzione non normale:** leptocurtosi e asimmetria positiva;
- **Alta volatilità:** molto più alta che negli asset finanziari.
- **Presenza di picchi (o salti):** il prezzo torna rapidamente al livello precedente il salto.

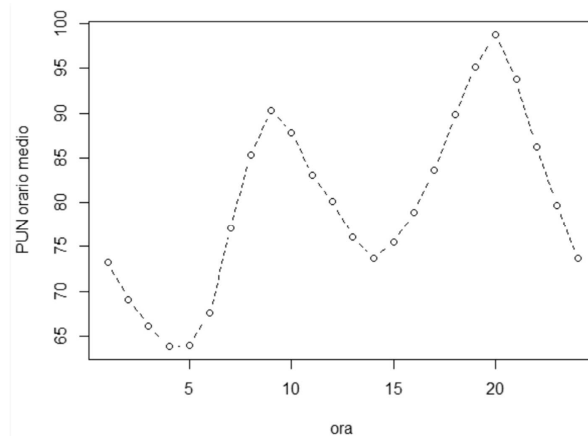
## Periodicità ed effetti di calendario

- **Stagionalità su più scale (giornaliera, settimanale, annuale):** la domanda di elettricità è influenzata dalle attività umane e dalle stagioni; la domanda è più bassa di notte e nei fine settimana.
- **Effetti calendario:** la domanda è più bassa nei giorni festivi.

78

## Periodicità intra-giornaliera

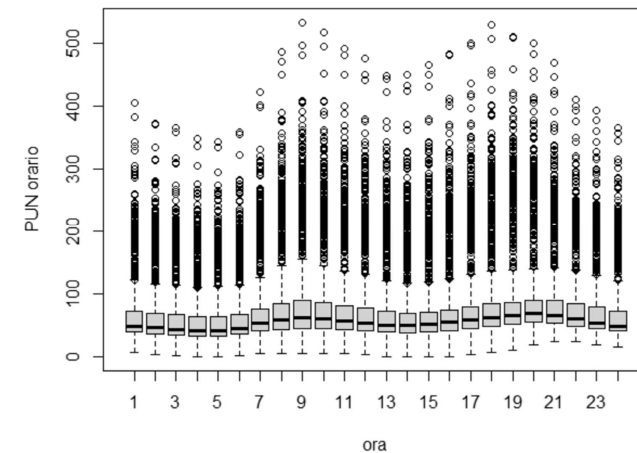
PUN orario medio (periodo genn 2019 - febb 2022)



79

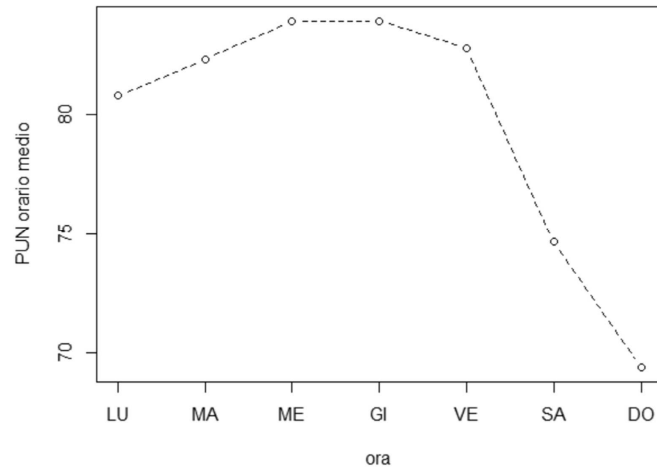
## Periodicità intra-giornaliera

Box plot del PUN orario (periodo genn 2019 - febb 2022)



80

## PUN medio per giorno della settimana



81

## Periodicità settimanale

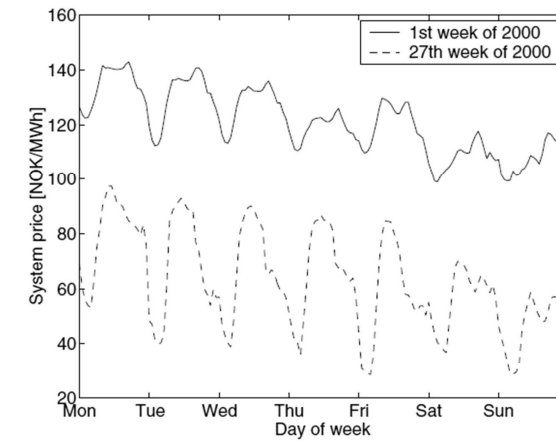


Figure 2.12 Nord Pool system spot prices for two arbitrarily chosen weeks: a typical winter week (January 3–9; 1st week of 2000) and a typical summer week (July 3–9; 27th week of 2000). The daily and weekly seasonal variations in prices are clearly visible

## Stagionalità annuale

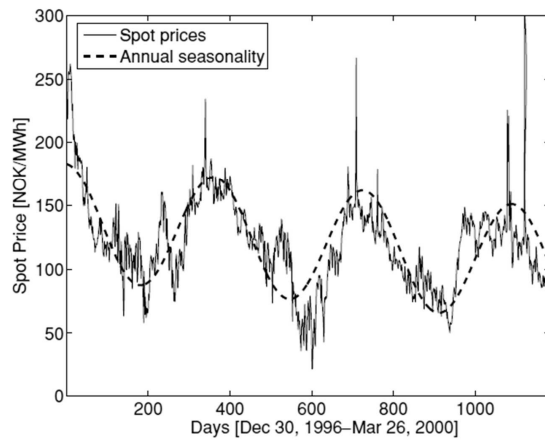
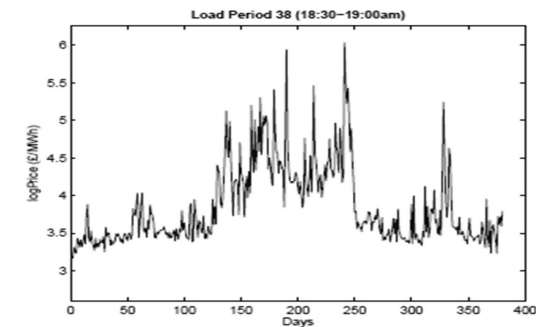


Figure 2.8 Nord Pool market daily average system spot price since December 30, 1996 until March 26, 2000 (1183 daily observations, 169 full weeks). Superimposed on the plot is an approximation of the annual seasonality by a sinusoid with a linear trend

83

## I picchi

o **Presenza di picchi (o salti):** il prezzo torna rapidamente al livello precedente il salto.

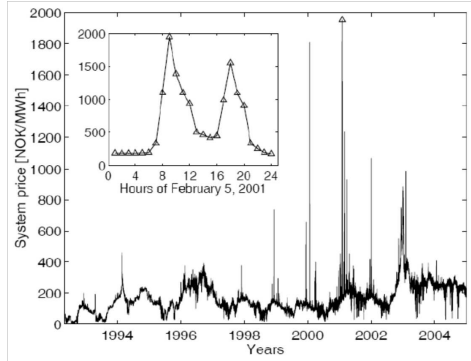


84



## I picchi (jumps, spikes)

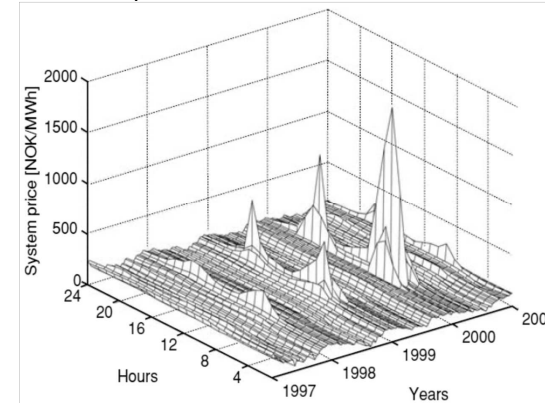
o Prezzi orari nel mercato Elspot al Nordic power exchange (NordPool) da maggio 1992 a dicembre 2004. Finestra piccola: 5 febbraio 2001.



85

## I picchi

**Intensità dei picchi non omogenea nel tempo.** I picchi si formano soprattutto durante le ore di punta, cioè attorno alle 09:00 e 18:00 dei giorni lavorativi e durante i periodi di alto consumo. Mercato NorthPool:



## Cause dei picchi

o L'elettricità non è un bene immagazzinabile: produzione e consumo sono istantanee e devono essere bilanciate;

o **Fluttuazioni estreme della domanda** (condizioni atmosferiche rigide spesso combinate con interruzioni nella generazione o fallimento nella trasmissione) possono causare prezzi estremamente alti: l'aumento della domanda viene bilanciato usando **impianti di produzione più costosi**;

o I prezzi sono determinati quindi dall'eccesso di capacità disponibile nel sistema (margine), cioè dalla quantità di elettricità che gli impianti sono in grado di produrre in un'ora o giorno specifici. Se la domanda è alta, il margine diminuisce e il prezzo sale.

o **Strategie di offerta** dei partecipanti alla borsa: l'elettricità è un bene essenziale per molti partecipanti, alcuni dei quali sono disposti a pagare un prezzo anche molto elevato per assicurarsi energia sufficiente e continua.

## Lo strano caso del mercato tedesco (EPEX)

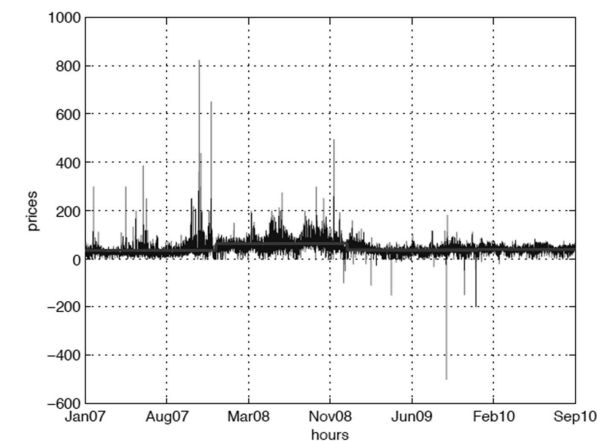


Figure 2: Historical day-ahead prices. Time series of hourly EPEX day-ahead electricity prices (in €) for the German market from January 1, 2007 to September 28, 2010 (blue line) and the annual mean price (red line).

88

## Alcuni modelli per i prezzi

- Regressione lineare/non lineare a parametri costanti/variabili nel tempo, con metodi parametrici/non parametrici
- (S)AR(F)(I)MA(X)
- AR(I)MA(X) - (E)GARCH
- Modelli a regimi:
  - (S)TAR(X) =(Smooth) Threshold AutoRegressive (with eXogenous variables)
  - Markov regime-switching (parametri costanti/variabili)
  - Modelli State Space
- Modelli per i picchi (Jump-diffusion models)
- Modelli econometrici (di cointegrazione)
- Modelli non parametrici

francesco.lisi@unipd.it