

## **Ma che caldo fa!**

Antonello Greco

*Che cosa succede agli impianti e ai componenti elettrici se la temperatura ambiente cresce eccessivamente?*

Il caldo di questi giorni, accompagnato da temperature vertiginose, non ha provocato solo sensazione di afa.

Gli effetti di Flegetonte, nome assegnato al fenomeno richiamando alla memoria il fiume di fuoco descritto dai poemi epici greci di Omero e Virgilio<sup>(1)</sup>, con temperature superiori ai 40 °C e umidità dell'aria fino al 70%, si sono fatti sentire, innanzi tutto sull'incremento dei consumi elettrici.

L'effetto è stato registrato da Terna: il 7 luglio scorso è stato raggiunto un nuovo record assoluto nei consumi elettrici in Italia dal 1883 a oggi. La punta massima è stata di 56.883 MW.

Nella speciale classifica dei consumi, il secondo posto è assegnato al 17 dicembre 2007, con 56.822 MW, seguito dalla punta estiva del 12 giugno 2014, con 51.550 MW.

“Il fattore che ha innescato l'impennata dei consumi è l'ondata di caldo torrido che sta attraversando la penisola in questi giorni, spingendo all'utilizzo massiccio dei condizionatori d'aria e delle apparecchiature refrigeranti”<sup>(2)</sup>. Nello stesso comunicato, Terna evidenzia che per “ogni grado in più sopra i 25 gradi, i tecnici stimano un aumento della domanda elettrica tra gli 800 e i 1.000 MW”.

Ricordo che il fabbisogno di energia elettrica italiano è coperto dalla produzione da fonte rinnovabile in crescita (con una quota prossima al 40%).

Nel seguito si riportano, a titolo esemplificativo, i dati del 17 giugno 2015.

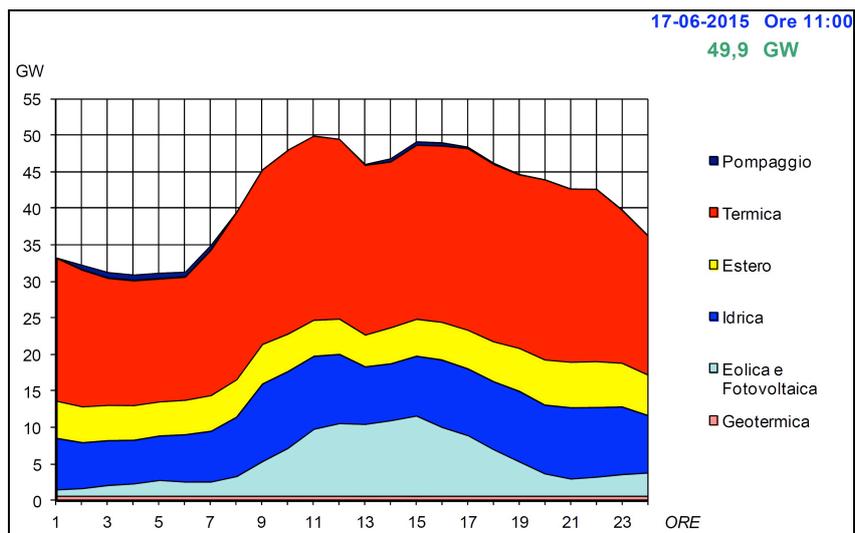


Figura 1: Diagramma di fabbisogno nel giorno di punta del mese di giugno 2015 (fonte: TERNA)

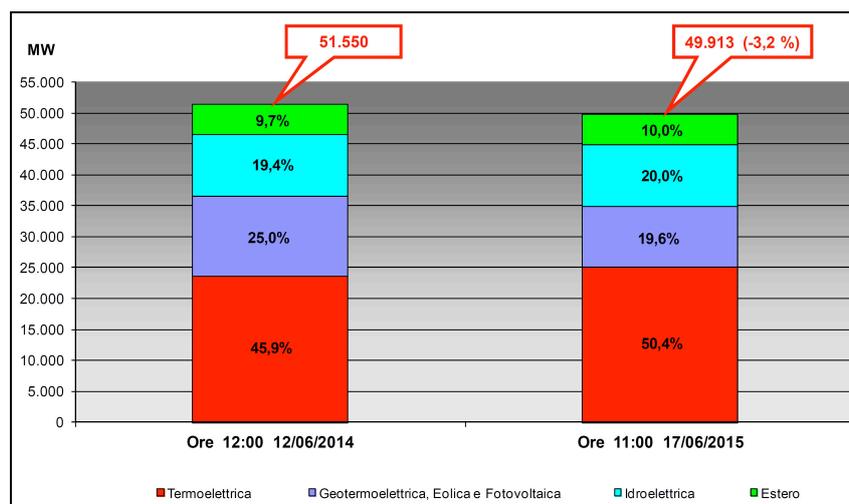


Figura 2: Copertura del fabbisogno in potenza nel giorno di punta del mese di giugno 2015. Potenza massima erogata (Valori assoluti in MW, variazione % e composizione %; anni 2014-2015) (fonte: TERNA)

### Effetti dell'aumento della temperatura negli impianti elettrici

L'aumento dei consumi è, dunque, da attribuire alla climatizzazione degli ambienti, anche in ambito residenziale, effetto che ha provocato il tutto esaurito

negli store, presi d'assalto da quanti desideravano approvvigionarsi di un climatizzatore o di un ventilatore.

Le temperature di questo luglio, infatti, sono diventate roventi e qualche volta dannose per la salute, come testimoniano i continui interventi dei sanitari, in aiuto degli anziani.

Con l'aumento dei consumi elettrici si è, però, verificata sulla rete elettrica una serie di black out, senza considerare i disservizi negli impianti elettrici.

Nelle nostre case, ad esempio, l'aumento della temperatura ambiente ha influito negativamente sul funzionamento di alcune apparecchiature, come ad esempio i frigoriferi.

Non solo. Alcuni componenti elettronici si sono guastati perché non progettati per lavorare con temperature ambiente superiori a 40° C.

I guasti hanno interessato alcuni LED degli impianti d'illuminazione pubblica, ma anche apparecchiature utilizzate nelle cabine elettriche.

**Sovracorrente:** ogni corrente che supera il valore nominale. Per le condutture, il valore nominale è la portata (ovvero il massimo valore della corrente che può fluire in una conduttura, in regime permanente ed in determinate condizioni, senza che la sua temperatura superi un valore specificato).

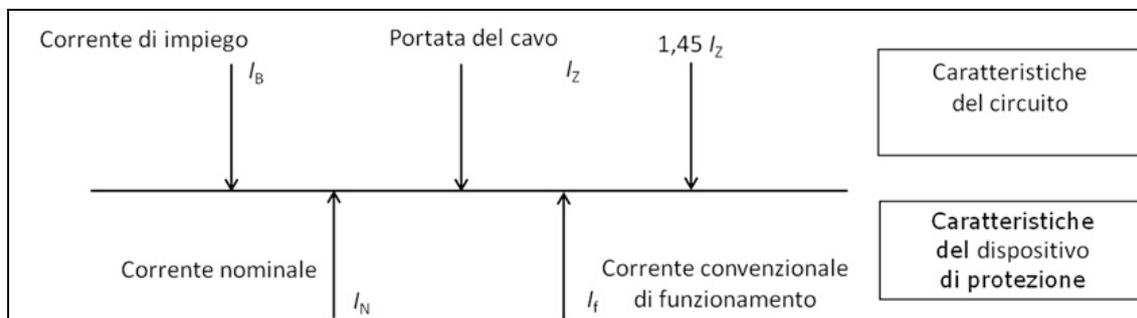
**Corrente di sovraccarico** (di un circuito): sovracorrente che si verifica in un circuito elettricamente sano.

**Corrente di cortocircuito** (franco): sovracorrente che si verifica in seguito a un guasto di impedenza trascurabile fra due punti fra i quali esiste tensione in condizioni ordinarie di esercizio.

### **Effetti sulle linee elettriche**

L'effetto più clamoroso, però, è quello occorso alle reti elettriche, in particolare a quelle in cavo interrato di alcune città, dove l'aumento dei consumi elettrici ha determinato periodi più o meno lunghi d'interruzione dell'alimentazione.

Un maggior carico, infatti, corrisponde a una corrente più alta con la possibilità che questa sovracorrente nella condotta determini l'intervento delle protezioni per sovraccarico.



*Figura 3: Coordinamento tra conduttori e dispositivi di protezione  
(Norma CEI 64-8:2012-06)*

Altri disservizi sono stati provocati dal danneggiamento dell'isolante del cavo. All'origine di questi guasti c'è l'effetto combinato della maggiore corrente in linea (sovraccarico), aggiunto a quello della temperatura ambiente più elevata. Nel caso del sovraccarico, l'intervento della protezione ha evitato il danneggiamento del cavo.

Riguardo, invece, all'effetto della temperatura ambiente sul cavo, occorre ricordare che in qualsiasi condotta il passaggio della corrente determina perdite per effetto Joule ( $R \cdot I^2$ ) e, quindi, l'aumento della temperatura dell'isolante del cavo.

A tal proposito, la Norma CEI 64-8:2012-06: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua", fornisce i valori delle temperature massime di funzionamento dei materiali isolanti (figura 4), ovvero la temperatura limite che non deve essere superata dalle condutture.

Tipo di isolamento	Temperatura massima di funzionamento (Nota 1) (°C)
Cloruro di polivinile (PVC/Termoplastici)	Conduttore: 70
Polietilene reticolato (XLPE) ed etilen-propilene (EPR/HEPR)	Conduttore: 90
Minerale (con guaina in PVC oppure nudo e accessibile)	Guaina metallica: 70
Minerale (nudo e non accessibile e non in contatto con materiali combustibili)	Guaina metallica: 105 (Nota 2)

(1) Le massime temperature di funzionamento indicate in questa Tabella sono state prese dalle Norme CEI EN 60702 (Serie), CEI 20-39 – (Serie).

(2) Per i cavi con isolamento minerale possono essere ammesse temperature di funzionamento più elevate in funzione delle temperature ammissibili per il cavo e le sue terminazioni, delle condizioni ambientali e di altre influenze esterne.

*Figura 4: Massime temperature di funzionamento dei materiali isolanti*

Per la scelta delle condutture ed il calcolo delle portate, infatti, è presa a riferimento la temperatura ambiente di 30° C, nel caso di condutture non interrate<sup>(3)</sup>, e di 20° C, nel caso di condutture interrate.

Inoltre, “quando si sappia o si preveda di avere notevoli irraggiamenti solari, si devono scegliere e mettere in opera condutture adatte a queste condizioni oppure deve essere prevista una schermatura adeguata”.

### **Impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV**

La Norma CEI EN 50522:2011-07: “Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata” fornisce il metodo per il calcolo della temperatura finale da considerare nella progettazione della messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata (Allegato D).

La Norma CEI EN 61936-1:2011-07: “Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata - Parte 1: Prescrizioni comuni” prescrive che gli impianti ed i componenti elettrici siano in grado di resistere alle sollecitazioni elettriche, meccaniche, climatiche ed ambientali previste in sito. In particolare, la temperatura ambiente non deve superare i 40 °C e il suo valore medio, misurato per un periodo di 24 h, non deve superare i 35 °C.

La Norma prescrive anche i valori delle temperature minime ambientali:

- – 5 °C per la Classe “– 5 all’interno”;
- – 15 °C per la Classe “– 15 all’interno”;
- – 25 °C per la Classe “– 25 all’interno”.

Per le apparecchiature ausiliarie, quali relè e dispositivi di controllo, per uso in ambienti a temperatura inferiori a – 5 °C, è necessario un accordo tra fornitore e utilizzatore.

Per apparecchiature in luoghi dove la temperatura ambiente può essere significativamente al di fuori dalla fascia delle condizioni di servizio normale, si deve specificare la fascia prescelta di temperatura minima e massima tra le seguenti:

- – 50 °C e + 40 °C per climi molto freddi;
- – 5 °C e + 50 °C per climi molto caldi.

In alcune regioni con frequenti venti caldi e umidi, possono verificarsi sbalzi di temperatura, con conseguente condensa, anche al chiuso.

In condizioni tropicali, all’interno, il valore medio di umidità relativa, misurato durante un periodo di 24 h, può essere il 98%.

Infine, la Guida CEI 99-4-:2014-09: “Guida per l’esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale” prescrive che la cabina sia progettata in modo da mantenere la temperatura interna entro i limiti stabiliti per le apparecchiature elettriche in esso contenute, tenendo conto della quantità di calore prodotto dalle perdite delle stesse, prevedendo, se necessario, la ventilazione naturale o forzata del locale.

A tal proposito, si segnala che (Allegato J) le caratteristiche dei componenti indicate nelle Norme di prodotto fanno riferimento ad una temperatura ambiente media giornaliera di 35 °C, ad una massima di 40 °C e ad un valore massimo di sovratemperatura per i materiali di cui sono costituiti; per i trasformatori di potenza in olio con raffreddamento in aria ONAN, si considera una temperatura ambiente di 40 °C, una temperatura media mensile di 30 °C e media annuale di 20 °C.

Nel caso di cavi interrati, la capacità di dissipare il calore del cavo dipende dal tipo di terreno e, in particolare, dalle sue caratteristiche termiche.

Variazione delle temperature ambiente, infatti, determinano una variazione più o meno accentuata della temperatura del terreno, in funzione della profondità.

La temperatura può ritenersi costante solo a profondità di circa 10÷15 m, elemento noto soprattutto a chi progetta l'installazione di pompe di calore geotermiche.

### **Norma UNI 11466:2012 “Sistemi geotermici a pompa di calore - Requisiti per il dimensionamento e la progettazione”**

Definisce i criteri di progettazione e le procedure di calcolo per determinare le prestazioni di progetto degli impianti a pompa di calore geotermica ovvero impianti per la climatizzazione ambientale (invernale ed estiva) e per la produzione di acqua calda sanitaria mediante scambio di calore con il terreno.

La Norma permette di determinare le temperature medie mensili del terreno, che servono per definire le prestazioni energetiche delle pompe di calore ai fini della certificazione energetica degli edifici.

### **Global warming**

L'aumento della temperatura, quindi, influisce doppiamente sul nostro benessere perché incide sia fisicamente, sia sul funzionamento degli impianti elettrici, rendendo vano l'intento di rinfrescare e deumidificare gli ambienti.

Scienziati e politici stanno lavorando per cercare di ridurre gli effetti dell'innalzamento della temperatura globale a 2 °C e contrastare i cambiamenti climatici.

Di questo effetto occorrerà tenere conto, se è vero che negli ultimi 100 anni l'incremento medio della temperatura dell'atmosfera è stato di 0,75 °C.

Inoltre, e concludo, nella scelta dei componenti elettrici, la Norma CEI 64-8:2012-06 prescrive di tenere conto delle temperature che possono raggiungere

le parti accessibili dei componenti elettrici a portata di mano, allo scopo di evitare ustioni.

Parti accessibili	Materiale delle parti accessibili	Temperatura massima (°C)
Organi di comando da impugnare	metallico	55
	non metallico	65
Parti previste per essere toccate durante il funzionamento ordinario, ma che non necessitano di essere impugate	metallico	70
	non metallico	80
Parti che non necessitano di essere toccate durante il funzionamento ordinario	metallico	80
	non metallico	90

*Figura 5: Limiti di temperatura in funzionamento ordinario per le parti accessibili dei componenti elettrici*

**Note:**

- 1) Odissea di Omero, Eneide di Virgilio.
- 2) [www.terna.it](http://www.terna.it) - comunicato stampa dell'8 luglio 2015.
- 3) Anche qualora la temperatura effettiva in estate possa arrivare per qualche ora a 35 °C ed eccezionalmente a temperature superiori.