

DossieRSE - 14/2020

del 8 giugno 2020

COVID e carico elettrico - verso la ripresa: analisi delle reti di Milano e Brescia.

Introduzione

Le misure di emergenza per limitare la diffusione del virus Covid-19, quali il forte ricorso allo smart working, la chiusura di scuole, attività commerciali, industriali e le misure di quarantena, hanno avuto forti impatti sulla routine giornaliera. Nei due precedenti dossieRSE sono stati affrontati gli effetti sul mercato elettrico [1] e sulla qualità dell'aria [2]. In questo dossier si analizzano le conseguenze sui consumi elettrici per le aree di Milano e di Brescia.

Diversi studi hanno già dimostrato l'incidenza dell'emergenza Covid-19 sul sistema elettrico a livello nazionale, in Italia [3] [4] e in altri paesi nel mondo [5] [6] [7]. In questo scenario i DSO (*Distribution System Operator*) hanno dovuto rivedere alcune delle proprie procedure per garantire la distribuzione dell'energia elettrica [6], tra queste è risultata particolarmente importante la gestione delle variazioni del carico elettrico richiesto (*"Demand analysis and load forecast impacts and improvements"*).

RSE dispone di infrastrutture e strumenti di analisi di Big Data [8], sviluppati anche per l'analisi di dati di domanda elettrica [9]: essi permettono lo studio di dettaglio delle singole linee di reti di distribuzione di media e bassa tensione, individuando andamenti tipici e anomalie.

Nell'ambito di questo dossier, RSE, in collaborazione con Unareti, ha analizzato i dati della rete elettrica di distribuzione in media tensione per le aree di Brescia e Milano nel periodo di massima emergenza da febbraio ad aprile 2020. L'analisi (che ha elaborato una tabella di circa quattro milioni di righe) ha permesso di fare un confronto tra i consumi elettrici per le due città nelle settimane precedenti e in quelle successive ai provvedimenti di lock-down. Come settimana di riferimento è stata scelta quella del 10-16 febbraio 2020, antecedente alla attuazione del primo provvedimento di chiusura delle scuole (in vigore in Lombardia dal 24 febbraio [8]), al fine di valutare le variazioni percentuali dei consumi elettrici nelle settimane successive. In particolare, per quanto riguarda la città di Milano sono state analizzate le potenze ogni 10 minuti del carico, misurate presso le cabine primarie durante i primi tre mesi

dell'anno, sia per il 2019 sia per il 2020 così da poter osservare l'effetto associato al Covid-19. I dati di Brescia invece includono i primi quattro mesi del 2020 e sono disponibili i valori delle potenze misurate con cadenza oraria sulle singole linee MT. Rispetto a Milano, i dati di Brescia, relativi alle potenze erogate su 257 linee, permettono una caratterizzazione delle differenti zone anche per tipologia prevalente di utenza (industriale, commerciale, artigianale, rete di trasporto pubblico), questo grazie anche alle informazioni supplementari fornite da Unareti relativamente a numero di utenti per tipologia e per percentuale di potenza di carico.

Panoramica generale sui consumi elettrici di Brescia e Milano

Prima di analizzare in dettaglio le curve di carico delle città di Brescia e Milano durante il periodo di lock-down, è interessante notare che le due città presentano sostanziali differenze nella ripartizione dei consumi elettrici (Figura 1).

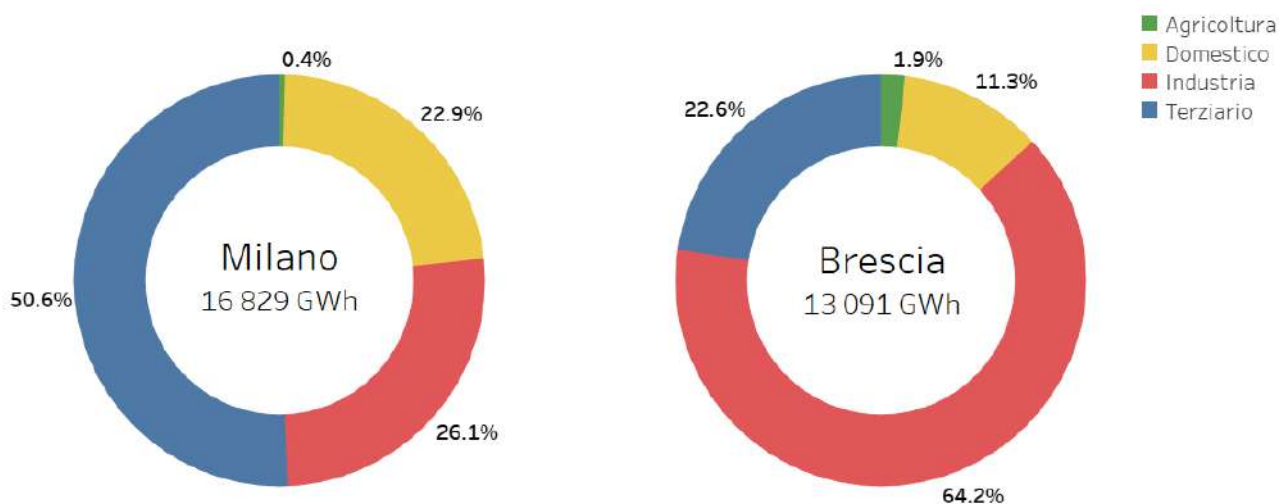


Figura 1. Ripartizione dei consumi elettrici per settore, nel 2018, per le città e la provincia di Milano e Brescia.

Secondo l'annuario statistico di Terna relativo all'anno 2018 [10], su un consumo totale annuo di **13060.9 GWh** per la città di Brescia e provincia, il **64.2%** risulta impiegato per alimentare il comparto **industriale**; per quanto riguarda invece la città di Milano (territorio della città metropolitana, corrispondente all'ex provincia), su un consumo totale annuo di **16829.2 GWh**, il **50.6%** risulta impiegato per soddisfare la domanda di elettricità del settore **terziario**¹.

¹ Va precisato che i dati a nostra disposizione si riferiscono alla rete in media tensione gestita da Unareti, mentre il dato del consumo totale annuo di Terna tiene in considerazione anche i carichi in alta tensione e le eventuali forniture da parte di altri gestori.

Sostanzialmente emergono due profili di consumo differenti: a prevalenza **industriale** per l'area di Brescia e a prevalenza **terziario** per l'area di Milano.

Poiché le due città presentano consumi totali annui comparabili ma profili diversi, è risultato interessante analizzare le variazioni dei relativi consumi elettrici in questo periodo di epidemia da Covid-19. L'analisi è stata effettuata preliminarmente sui dati cortesemente messi a disposizione da Unareti ed ha potuto per il momento riguardare solo due dataset non perfettamente omogenei per le reti di Milano e Brescia. Riteniamo comunque che le considerazioni possibili a questo stadio siano adeguatamente descrittive dei fenomeni che hanno caratterizzato le due diverse situazioni urbane.

Consumi della città di Brescia e provincia

Per quanto riguarda la città di Brescia e provincia, dall'andamento generale della potenza fornita su tutte le linee MT di Unareti nel periodo **10 febbraio-16 aprile 2020**, si nota un andamento via via decrescente nel tempo, *Figura 2*.

BRESCIA: -39.4%

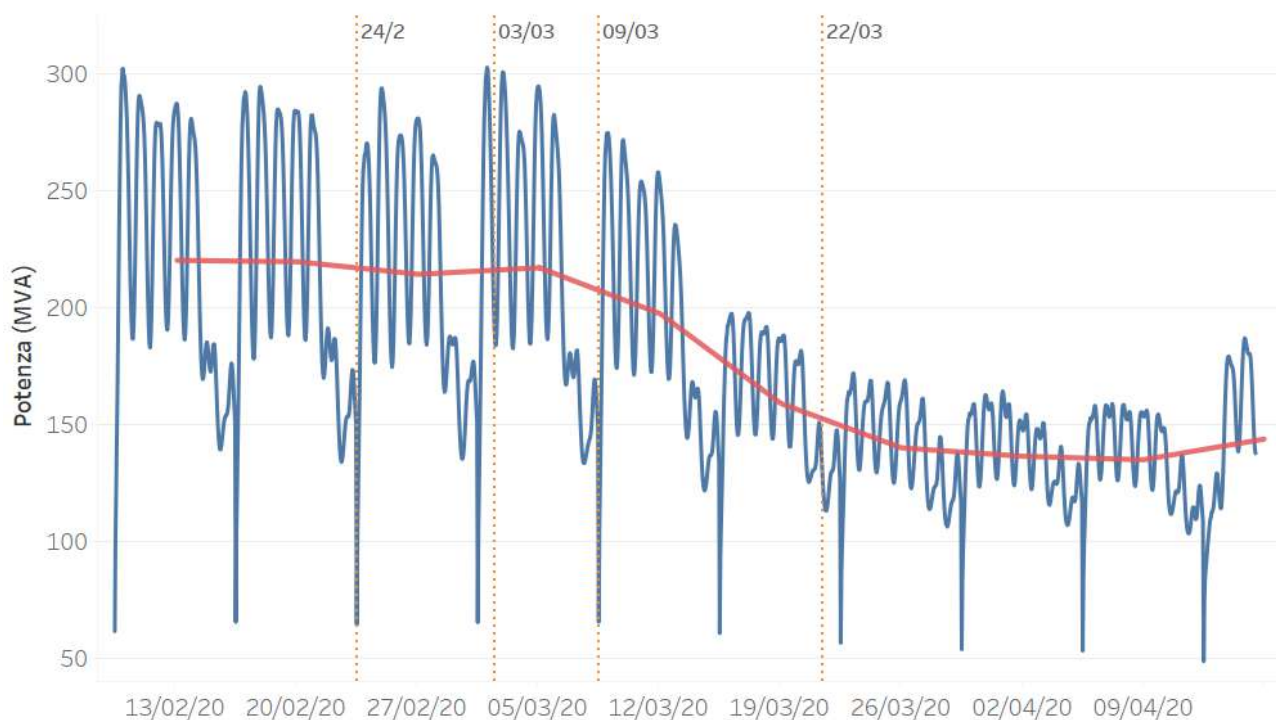


Figura 2. Andamento orario della potenza totale fornita nel periodo dal 10 febbraio al 16 aprile 2020 su tutte le linee MT della città di Brescia e provincia da Unareti. La linea rossa indica l'andamento nel tempo delle medie settimanali della potenza. La variazione percentuale del -39.4% è calcolata nella settimana del 6 aprile rispetto a quella del 10 febbraio.

Le linee verticali riportano le date, rispettivamente, dell'ordinanza firmata dal Presidente della Regione Lombardia di concerto con il Ministro della Salute per la **chiusura delle scuole**

il 24 febbraio [11] e dei decreti del Presidente del Consiglio: il **DPCM** del 3 marzo (**“Zone Rosse”**), il **DPCM** del 9 marzo (**“#IoRestoACasa”**) e il **DPCM** del 22 marzo (**“Chiudi Italia”**).

Il decremento si ricava a partire dall’inizio di marzo e complessivamente si registra un calo percentuale totale dei consumi, per quello che riguarda la fornitura di Unareti, pari al **39.4%** nella settimana del 6 aprile, quando raggiunge il suo massimo. Il calo è dovuto alla chiusura delle attività commerciali, degli uffici e della quasi totalità dell’indotto manifatturiero. Essendo il bresciano un’area prevalentemente industriale, l’effetto maggiore del decremento è visibile proprio nelle settimane seguenti il decreto “Chiudi Italia” del 22 marzo. In seguito viene descritto più nel dettaglio come il lock-down ha inciso sulle diverse tipologie di utenze.

Le variazioni percentuali giornaliere sono rappresentate in *Figura 3*, con una scala di colori in cui il rosso indica variazioni percentuali positive e il blu negative. Giorno dopo giorno, a partire dall’inizio dell’emergenza sanitaria, si attesta una generale diminuzione dei consumi, che appare come un graduale “spegnimento” delle attività.

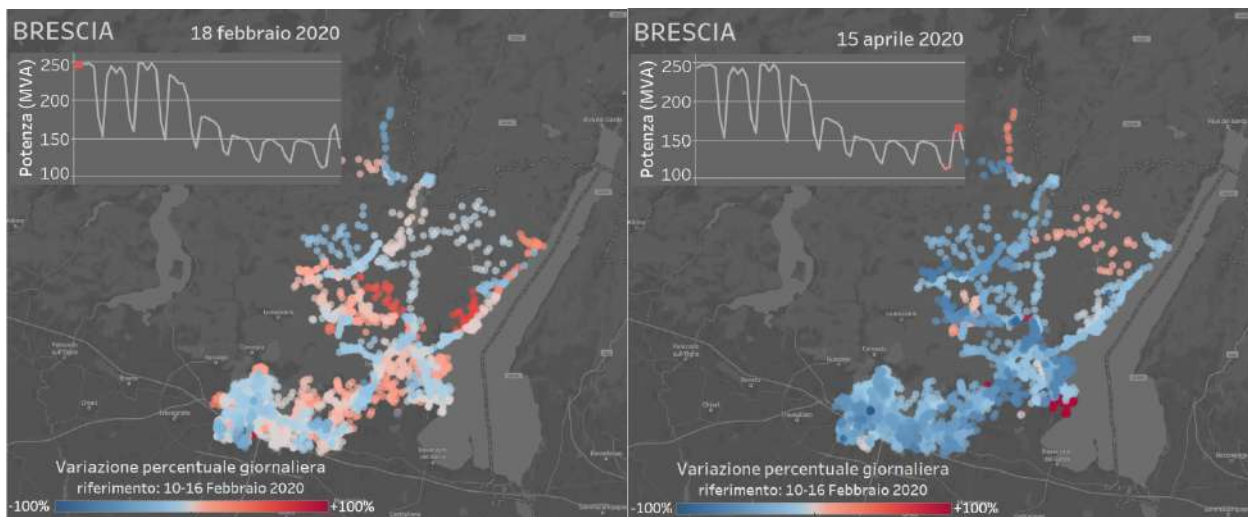


Figura 3. Variazione percentuale giornaliera della potenza erogata rispetto al periodo di riferimento (10-16 febbraio 2020) in tutte le linee MT di Brescia e provincia per due giorni caratteristici, a inizio e fine del periodo analizzato. La scala di colori indica, con il blu, variazioni percentuali negative, con il rosso, positive. In alto a sinistra è riportato l’andamento giornaliero (17 febbraio – 16 aprile) dell’aggregazione delle potenze erogate.

Consumi della città di Milano

Per la città di Milano, sono stati analizzati i dati della potenza erogata dalle cabine primarie di Unareti nel periodo 1 gennaio - 31 marzo 2020. Tali analisi possono fornire una visione sufficientemente indicativa di quello che è accaduto ai consumi cittadini nel periodo di lock-down.

Dal grafico in *Figura 4*, è possibile notare un andamento decrescente nel periodo fine febbraio metà marzo, con un intensificarsi della discesa nella settimana a cavallo fra il 3 ed il 9 marzo fino a raggiungere il suo punto più basso nella settimana del 16-22 marzo (**-19.4%**).

MILANO: -19.4%

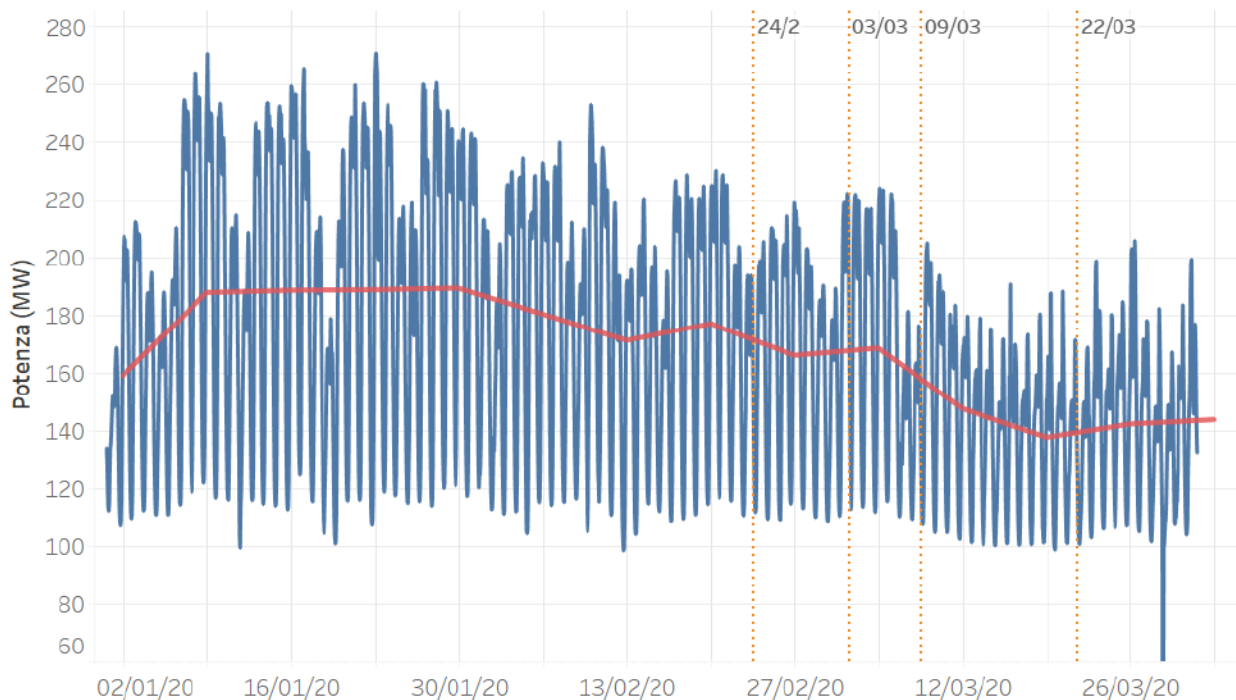


Figura 4. Andamento orario della potenza totale in MW, erogata nel periodo 1 gennaio - 31 marzo 2020 dalle cabine primarie della città di Milano. La linea rossa indica l'andamento delle medie settimanali della potenza erogata nel periodo considerato. La variazione percentuale del -19.4% è calcolata nella settimana del 16-22 marzo rispetto a quella del 10-16 febbraio 2020.

Queste variazioni percentuali vanno interpretate tenendo conto degli effetti legati al cambio di stagione e quindi all'innalzamento delle temperature. Considerando che le temperature misurate nei mesi gennaio-marzo 2019 e 2020 sono correlate (con un indice di correlazione moderata pari a 0.60) si può affermare che, nei due anni, l'influenza della temperatura sul decremento dei consumi elettrici sia comparabile.

Dalla Figura 5 si osserva, per entrambi gli anni 2019 e 2020, una diminuzione dei consumi elettrici al variare del tempo. Tuttavia si nota che, da fine febbraio, il calo dei consumi nel 2020 si discosta significativamente dall'andamento generale dovuto alla stagionalità per i medesimi giorni del 2019. Questo scostamento è dunque da attribuirsi agli effetti dei decreti associati all'epidemia da Covid-19.



Figura 5. Confronto fra gli andamenti delle medie settimanali della potenza totale in MW, erogata nel periodo 1 gennaio-31 marzo 2020 e 2019 dalle cabine primarie considerate per la città di Milano.

L'effetto principale sul decremento di potenza erogata, fatto salvo la stagionalità, è quindi attribuibile alla diminuzione dei consumi prevalentemente nel settore terziario, che assorbe, come detto in precedenza, circa il 51% dell'energia elettrica della città di Milano.

Anche la città di Milano, come illustrato in Figura 6, appare "spegnersi" progressivamente a partire dall'inizio dell'emergenza sanitaria.

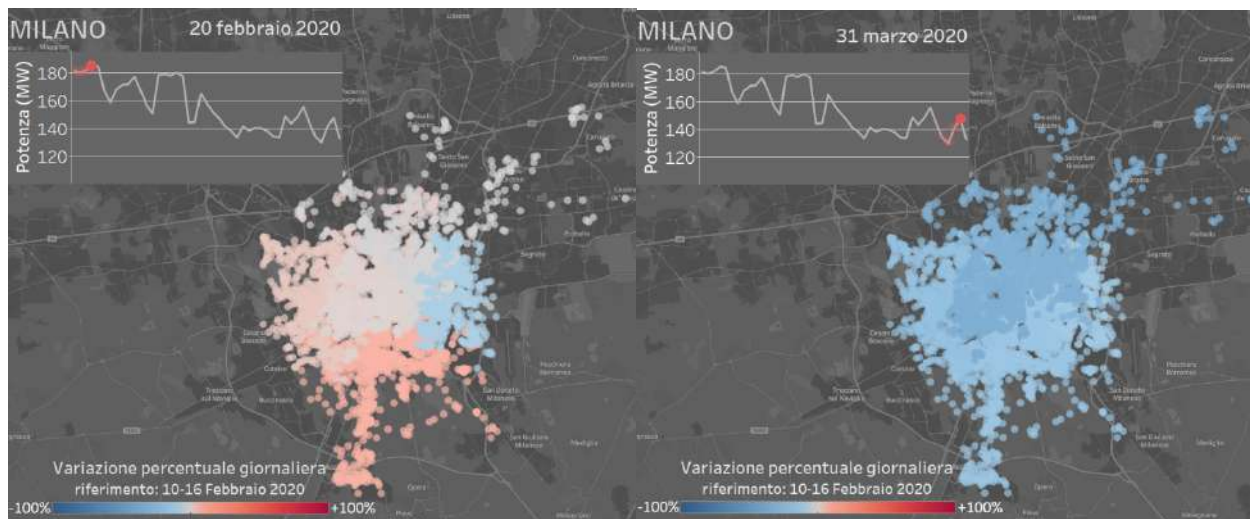


Figura 6. Variazione percentuale giornaliera della potenza erogata rispetto al periodo di riferimento (10-16 febbraio 2020) nelle cabine primarie di Milano per due giorni caratteristici, a inizio e fine del periodo analizzato. La scala di colori indica con il blu variazioni percentuali negative, con il rosso positive. In alto a sinistra è riportato l'andamento giornaliero (17 febbraio - 31 marzo) dell'aggregazione di tutte le potenze fornite dalle cabine primarie sulla città.

Variazione dei consumi elettrici per alcune linee MT caratteristiche

Per quanto riguarda la città di Brescia è stato possibile identificare, con l'aiuto di Unareti, alcune linee MT appartenenti prevalentemente a tipologie specifiche. Questo ha permesso di analizzare come siano variati i consumi elettrici nel periodo del lock-down in linee a prevalenza industriale, artigianale, rispetto a linee che alimentano uffici e negozi nel centro città e a quelle che servono la rete dei mezzi pubblici.

Tenendo sempre come riferimento la settimana dal 10 al 16 febbraio, è interessante osservare le variazioni percentuali in settimane successive, in particolare nelle settimane in cui sono stati presi provvedimenti ministeriali specifici per il contenimento del contagio.

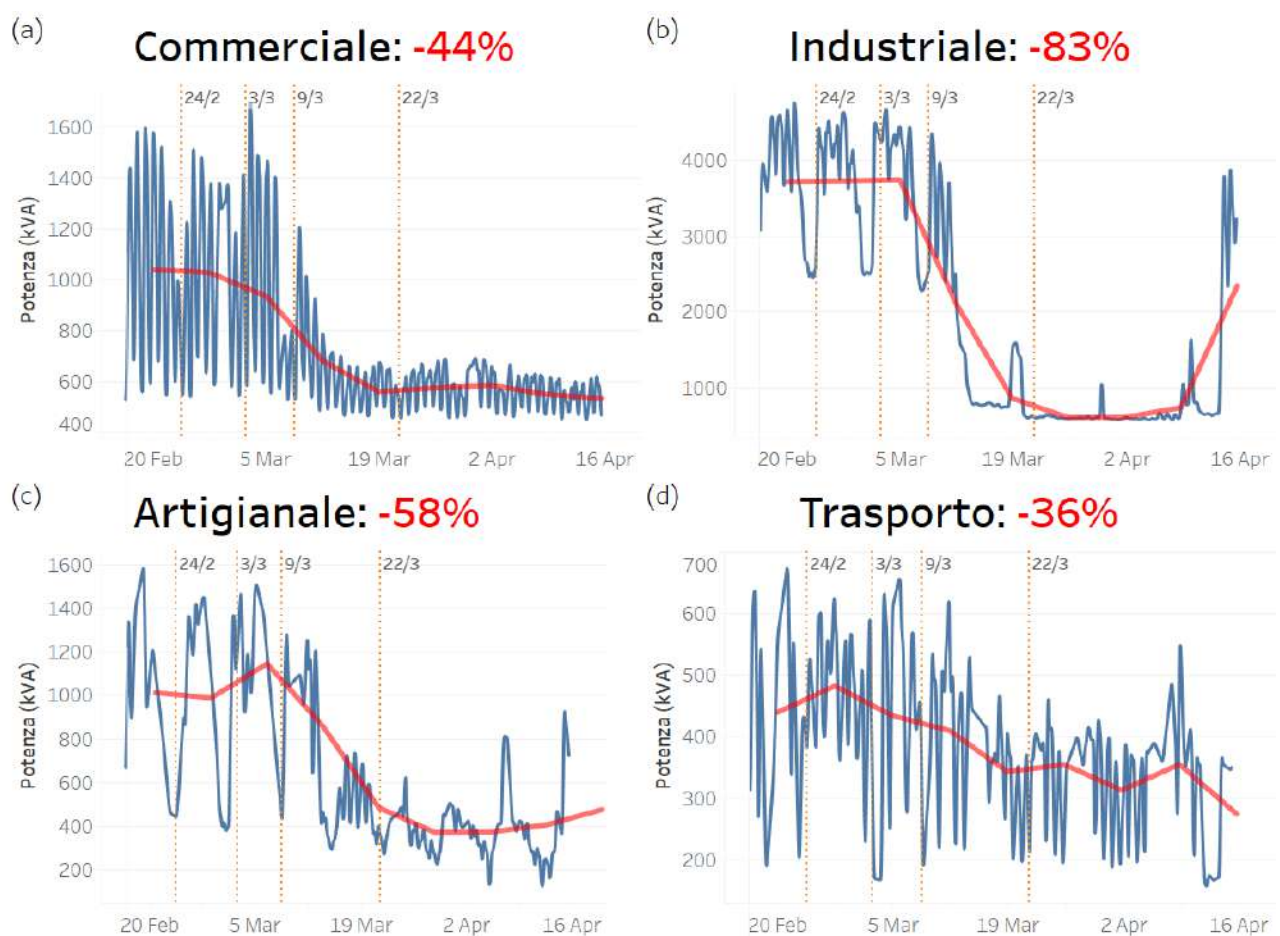


Figura 7. Andamento orario della potenza fornita nel periodo dal 17 febbraio al 16 aprile 2020 per quattro linee MT significative per tipologie di carichi serviti. La linea rossa indica l'andamento nel tempo delle medie settimanali della potenza. Le variazioni percentuali sono calcolate nella settimana del 30 marzo rispetto a quella del 10 febbraio.

Come primo esempio significativo (Figura 7a) si riporta quello di una linea MT del centro città, che alimenta **attività commerciali e uffici**. In questo caso la variazione percentuale dei consumi elettrici, rispetto al periodo di riferimento, passa dal -10% per la settimana del 2 marzo, al -34% per quella del 9 marzo, per poi raggiungere il -46% alla settimana del 16

marzo e mantenersi a quei livelli (nel range **-44/-49%**) nelle successive settimane analizzate. Ciò è in linea con il fatto che le attività del centro città siano rimaste chiuse fino alla fine del periodo analizzato.

Diverso è il comportamento per linee a prevalenza **industriale**, che sembrano dimostrare una ripresa delle attività già nella settimana del 13 aprile. Nel caso industriale (*Figura 7b*), la netta diminuzione dei consumi elettrici rispetto al riferimento avviene a partire dalla settimana del 9 marzo e si attesta a valori di circa il **-83%** alla settimana del 23 marzo. Il plateau di potenza erogata da circa il 15 marzo fino ai giorni di festività pasquali dimostra la probabile presenza di macchinari fermi, ma non spenti (a regime minimo e/o con servizi ausiliari attivi).

Per quanto riguarda la linea MT a prevalenza **artigianale** (*Figura 7c*) la diminuzione risulta più graduale e la variazione percentuale rispetto al riferimento assume valori compresi tra il -46% e il **-58%** nelle settimane tra il 16 marzo e il 12 aprile.

In una linea che alimenta la rete del **trasporto pubblico** (*Figura 7d*) la variazione percentuale dei consumi elettrici è risultata meno netta rispetto ai casi appena esposti (con valori compresi tra -30% e **-36%** nelle settimane tra il 16 marzo e il 12 aprile), a conferma del fatto che le corse dei mezzi sono state ridotte ma non del tutto cancellate. Un'eccezione è rappresentata dai giorni di Pasqua e Pasquetta (12-13 aprile), in cui il trasporto pubblico a Brescia e 14 comuni limitrofi è stato completamente sospeso [12].

Per quanto riguarda il carico di tipo residenziale, non presentiamo alcun grafico emblematico, in quanto l'analisi² delle serie temporali disponibili ha evidenziato la mancanza di linee esclusivamente residenziali, essendo sempre presenti carichi rilevanti associati ad attività commerciali, uffici, oppure impianti di generazione distribuita non facilmente disaggregabili. Quello che però si può affermare è che sostanzialmente, nella rete di media tensione, il probabile aumento dei consumi energetici residenziale³, è praticamente stato annullato dalla forte riduzione dei consumi delle attività dei settori industriali, commerciali e artigianali.

Osservando il carico complessivo della città di Brescia, si può notare che il suo normale profilo ha un andamento tipico delle utenze di tipo industriale/terziario (*Figura 8a*).

Come si può notare dalla *Figura 8b*, è interessante evidenziare che durante il lock-down il profilo di carico complessivo della città ha cambiato forma assumendo il profilo tipico di una utenza residenziale, a conferma della limitazione delle attività del settore industriale/terziario e della maggior presenza di persone nelle abitazioni.

2 dei profili giornalieri con metodi statistici

3 da dimostrare attraverso analisi della rete in bassa tensione, dove è più facile ottenere profili strettamente residenziali

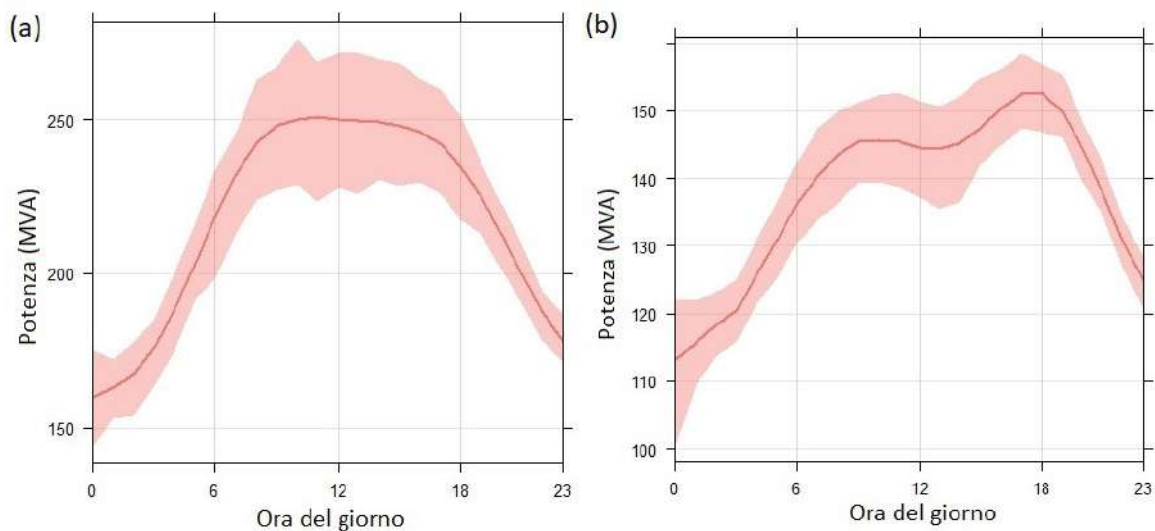


Figura 8. Confronto tra il profilo giornaliero medio della potenza aggregata su tutte le linee MT di Brescia nel periodo precedente all'emergenza sanitaria (17 febbraio-8 marzo 2020) (a) e durante l'emergenza Covid-19 (22 marzo-12 aprile 2020) (b). In rosa è rappresentato l'intervallo delle curve sulle quali è stata calcolata la media.

Da un'indagine più approfondita sulle linee con carico misto residenziale - terziario, emerge che durante il periodo di lock-down il profilo medio ed i valori di potenza in ogni giorno della settimana (Figura 9b) assumono gli andamenti ed i valori tipici di una domenica *pre-lock-down* (Figura 9a). Questo tipo di effetto può essere ricondotto alla chiusura/riduzione delle attività lavorative presenti sulla linea.

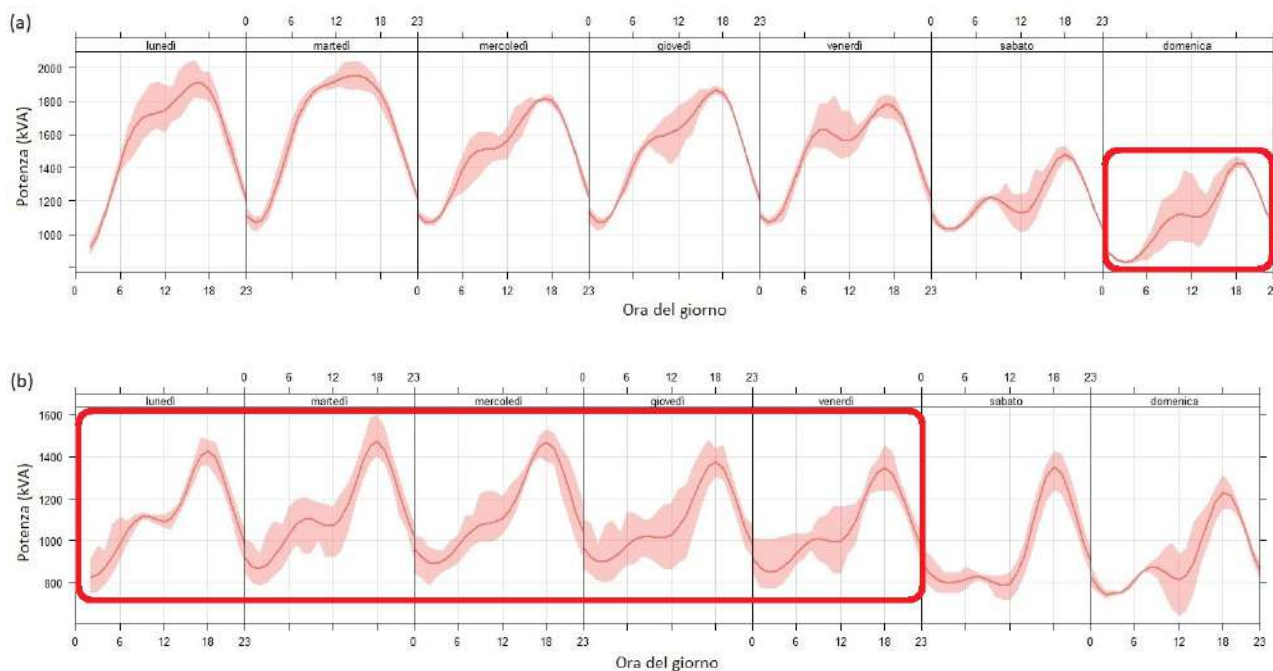


Figura 9. Confronto tra il profilo giornaliero medio, nei diversi giorni della settimana, della potenza su una linea MT di Brescia a prevalenza residenziale, nel periodo precedente all'emergenza sanitaria (17 febbraio-8 marzo 2020) (a) e durante l'emergenza Covid-19 (22 marzo-12 aprile 2020) (b). In rosa è rappresentato l'intervallo delle curve sulle quali è stata calcolata la media.

In conclusione, le analisi effettuate da RSE nel periodo Covid-19 sottolineano quanto l'osservabilità dello stato della rete, anche attraverso soluzioni *data-driven*, sia utile per la gestione del sistema elettrico, sia per la rete in alta tensione (TSO), ma anche per l'operatività a corto/medio periodo sulla rete in media/bassa tensione (DSO). Le analisi effettuate sulla rete in media tensione di Brescia hanno dimostrato la possibilità di identificare variazioni impreviste dei profili oltre che dei livelli di consumo, che contribuiscono ad adeguare di conseguenza i sistemi di previsione del carico e quindi gestire adeguatamente situazioni di emergenza rendendo il sistema elettrico più resiliente. L'analisi dei dati è stata effettuata su due città considerando la rete in media tensione, ma si sottolinea il fatto che le stesse analisi, grazie alle soluzioni in cloud e alle tecniche di analisi Big Data, sono replicabili per reti in bassa tensione e sono scalabili per qualsiasi area geografica.

Bibliografia

- [1] «Covid-19 e sistema elettrico,» Ricerca sul Sistema Energetico (RSE), Aprile 2020. [Online]. Available: <https://dossierse.it/12-2020-covid-19-e-sistema-elettrico>.
- [2] «Gli effetti del lock-down sulla qualità dell'aria a Milano e in Lombardia,» Ricerca sul Sistema Energetico (RSE), Maggio 2020. [Online]. Available: <https://dossierse.it/05-2020-gli-effetti-del-lock-down-sulla-qualita-dellaria-a-milano-e-in-lombardia>.
- [3] «Consumi di energia elettrica in Italia: a marzo -10,2%,» Terna S.P.A. e gruppo Terna, 17 Aprile 2020. [Online]. Available: <https://www.terna.it/it/media/comunicati-stampa/dettaglio/Consumi-di-energia-elettrica-in-Italia--a-marzo>.
- [4] E. Bompard, C. Mosca e S. Corgnati, « L'impatto del COVID-19 sul carico elettrico nazionale,» Rivista energia, 19 Marzo 2020. [Online]. Available: <https://www.rivistaenergia.it/2020/03/limpatto-del-covid-19-sul-carico-elettrico-nazionale/>.
- [5] M. Davis, «Global Electric Demand Declines; Is an Economic Tsunami the Next Disaster?,» 23 March 2020. [Online]. Available: <https://www.tdworld.com/distributed-energy-resources/demand-side-management/article/21126794/global-electric-demand-declines-is-an-economic-tsunami-the-next-disaster>.
- [6] «Powering Through Together: Identifying COVID-19 Transmission and Distribution Operations Practices,» Electric Power Research Institute (EPRI), April 2020. [Online]. Available: <https://www.epri.com/research/products/000000003002019435>.
- [7] «COVID-19 Bulk System Impacts. Demand Impacts and Operational and Control Center Practises,» Electric Power Research Institute (EPRI), March 2020. [Online]. Available: <http://mydocs.epri.com/docs/public/covid19/3002018602R2.pdf>.
- [8] E. Bionda et al., «The Smart Grid Semantic Platform: Synergy between IEC Common Information Model (CIM) and Big Data,» in *IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2019 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe)*, Genova, 2019.

- [9] D. Beretta, S. Grillo, D. Pigoli, E. Bionda, C. Bossi e C. Tornelli, «Functional principal component analysis as a versatile technique to understand and predict the electric consumption patterns,» *Sustainable Energy, Grids and Network*, vol. 21, n. 100308, ISSN 2352-4677, 2020.
- [10] «Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia,» Terna S.P.A. e gruppo Terna, 2018. [Online]. Available: (<https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/statistiche/pubblicazioni-statistiche>).
- [11] «Ordinanza del 23 febbraio 2020,» Ministero della Salute (d'intesa con il presidente della Regione Lombardia), 23 Febbraio 2020. [Online]. Available: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/02/25/20A01273/sg>.
- [12] «Sospensione servizio di trasporto urbano,» Sito web del comune di Brescia, [Online]. Available: <http://www.comune.brescia.it/news/2020/aprile/Pagine/Sospensione-servizio-di-trasporto-urbano.aspx>.