

# Bollettino pandemia SARS-COV-2

## Regione Lombardia

### 14-Nov-2020 (giorno #265)

A cura di Davide Manca - PSE-Lab – Dipartimento CMIC – Politecnico di Milano  
email: [davide.manca@polimi.it](mailto:davide.manca@polimi.it) - cellulare: +39 328 5690.430

#### Commento generale

Il fenomeno pandemico continua a crescere ma progressivamente sta allungando i tempi della sua evoluzione e con essi riduce l'intensità della propria azione (i.e. valori asintotici e a plateau).

Il modello che meglio interpreta entrambi gli andamenti sia a livello regionale che nazionale è la curva di Gompertz che già nel corso della prima ondata ha mostrato l'elevata affidabilità e robustezza nella previsione sul breve e medio termine.

**NOVITÀ:** sono stati aggiunti dei modelli previsionali per i decessi (Figura 5) basati sulla funzione di Gompertz. La predizione è estesa a quattro settimane nel futuro. Le altre previsioni sono invece estese a due settimane nel futuro (Figure 1 e 4). Le previsioni relative ai decessi debbono essere prese assolutamente con le pinze e nei prossimi giorni ci si attende che si riducano in valore e anticipino i tempi caratteristici di massima velocità di incremento (i.e. flesso) e data di metà percorso.

Si sottolinea che nella seconda ondata il numero totale degli ospedalizzati in Italia ha sorpassato quello della prima ondata (Figura 6). Non altrettanto in regione.

Il confronto tra prima ondata (Marzo-Aprile) e seconda (attuale) ondata risulta a sfavore di quest'ultima in termini di tempi caratteristici. In altre parole la seconda ondata risulta più lenta della prima. Ciò è probabilmente dovuto alle misure di *lockdown* della prima ondata rispetto ad un recepimento più morbido delle misure dei recenti DPCM da parte della popolazione.

Si rammenta l'uso della mascherina e degli opportuni accorgimenti per il distanziamento sociale nonché l'igiene personale.

#### Sezione dati odierni pubblicati dal Ministero della Salute Italiano

##### Lombardia

-- Pazienti in terapia intensiva 817 (+16)

[valori ultima settimana: min = 650 max = 817 media = 742 mediana = 764]

[valori penultima settimana: min = 418 max = 610 media = 505 mediana = 507]

-- Pazienti ospedalizzati 8438 (+318)

[valori ultima settimana: min = 6875 max = 8438 media = 7630 mediana = 7671]

[valori penultima settimana: min = 4664 max = 6423 media = 5520 mediana = 5525]

-- Decessi 19186 (+158)

[variazione ultima settimana: min = 99 max = 187 media = 137 mediana = 129]

[variazione penultima settimana: min = 46 max = 139 media = 99 mediana = 108]

-- Nuovi casi positivi 8129

[variazione ultima settimana: min = 4777 max = 10955 media = 8326 mediana = 8180]

[variazione penultima settimana: min = 5278 max = 11489 media = 8385 mediana = 8607]

-- Nuovi pazienti dimessi guariti 2961

[variazione ultima settimana: min = 1420 max = 8229 media = 4096 mediana = 2961]

[variazione penultima settimana: min = 489 max = 4961 media = 1769 mediana = 1118]

## Italia

-- Pazienti in terapia intensiva 3306 (+76)

[valori ultima settimana: min = 2749 max = 3306 media = 3051 mediana = 3081]

[valori penultima settimana: min = 1939 max = 2634 media = 2288 mediana = 2292]

-- Pazienti ospedalizzati 34704 (+560)

[valori ultima settimana: min = 29189 max = 34704 media = 32242 mediana = 32525]

[valori penultima settimana: min = 20841 max = 27743 media = 24337 mediana = 24408]

-- Decessi 44683 (+544)

[variazione ultima settimana: min = 331 max = 636 media = 517 mediana = 550]

[variazione penultima settimana: min = 208 max = 446 media = 349 mediana = 353]

-- Nuovi casi positivi 37249

[variazione ultima settimana: min = 25269 max = 40902 media = 34580 mediana = 35090]

[variazione penultima settimana: min = 22253 max = 39809 media = 31866 mediana = 30548]

-- Nuovi pazienti dimessi guariti 12196

[variazione ultima settimana: min = 6183 max = 17734 media = 11792 mediana = 11480]

[variazione penultima settimana: min = 2954 max = 10586 media = 5638 mediana = 5103]

## Sezione PREVISIONI basate su MODELLO

### Modelli previsionali ICU in Lombardia

- Modello quadratico,  $R^2 = 0.99676$  Previsione per domani = 860 (+43)
- Stima tempo di raddoppio del valore attuale pari a 16 giorni e 21 ore
- Modello esponenziale,  $R^2 = 0.97655$  Previsione per domani = 883 (+66)
- Stima tempo di raddoppio del valore attuale pari a 10 giorni e 0 ore
- Modello di Gompertz,  $R^2 = 0.99777$  Previsione per domani = 852 (+35)
- Stima tempo di raddoppio del valore attuale pari a 28 giorni e 22 ore
- Stima data massima velocità di incremento 14-11-2020
- Stima data raggiungimento metà del percorso di salita del fenomeno 22-11-2020

### Modelli previsionali OSPEDALIZZATI in Lombardia

- Modello quadratico,  $R^2 = 0.99489$  Previsione per domani = 8842 (+404)
- Stima tempo di raddoppio del valore attuale pari a 18 giorni e 10 ore
- Modello esponenziale,  $R^2 = 0.96635$  Previsione per domani = 9077 (+639)
- Stima tempo di raddoppio del valore attuale pari a 10 giorni e 15 ore
- Modello di Gompertz,  $R^2 = 0.99856$  Previsione per domani = 8722 (+284)
- Stima data massima velocità di incremento 06-11-2020
- Stima data raggiungimento metà del percorso di salita del fenomeno 13-11-2020

### Modelli previsionali DECESSI in Lombardia

- Modello di Gompertz,  $R^2 = 0.99907$  Previsione per domani = 19363 (+177)
- Stima tempo di raddoppio del valore attuale pari a 10 giorni e 15 ore
- Stima data massima velocità di incremento 10-12-2020
- Stima data raggiungimento metà del percorso di salita del fenomeno 21-12-2020

### Modelli previsionali ICU in Italia

- Modello quadratico,  $R^2 = 0.99678$  Previsione per domani = 3447 (+141)
- Stima tempo di raddoppio del valore attuale pari a 20 giorni e 13 ore
- Modello esponenziale,  $R^2 = 0.98105$  Previsione per domani = 3512 (+206)
- Stima tempo di raddoppio del valore attuale pari a 12 giorni e 16 ore
- Modello di Gompertz,  $R^2 = 0.99775$  Previsione per domani = 3428 (+122)
- Stima tempo di raddoppio del valore attuale pari a 30 giorni e 0 ore
- Stima data massima velocità di incremento 18-11-2020
- Stima data raggiungimento metà del percorso di salita del fenomeno 30-11-2020

### Modelli previsionali OSPEDALIZZATI in Italia

- Modello quadratico,  $R^2 = 0.99604$  Previsione per domani = 36166 (+1462)
- Stima tempo di raddoppio del valore attuale pari a 20 giorni e 20 ore
- Modello esponenziale,  $R^2 = 0.98063$  Previsione per domani = 36811 (+2107)
- Stima tempo di raddoppio del valore attuale pari a 13 giorni e 0 ore
- Modello di Gompertz,  $R^2 = 0.99711$  Previsione per domani = 35956 (+1252)
- Stima tempo di raddoppio del valore attuale pari a 30 giorni e 19 ore
- Stima data massima velocità di incremento 18-11-2020
- Stima data raggiungimento metà del percorso di salita del fenomeno 30-11-2020

### Modelli previsionali DECESSI in Italia

- Modello di Gompertz,  $R^2 = 0.99907$  Previsione per domani = 19835 (+649)
- Stima tempo di raddoppio del valore attuale pari a 10 giorni e 21 ore
- Stima data massima velocità di incremento 24-12-2020
- Stima data raggiungimento metà del percorso di salita del fenomeno 07-01-2021

## **Analisi dei dati OGGETTIVI relativi alla regione Lombardia**

Per quanto riguarda la Lombardia oggi i pazienti in terapia intensiva (817) occupano il 59.16% rispetto al numero massimo di letti (1381) registrato al culmine della pandemia il 03-04-2020.

Il totale odierno di pazienti ospedalizzati è pari a 8438 ossia il 63.31% rispetto al valore massimo (13328) registrato sempre all'apice della pandemia.

La percentuale di pazienti in terapia intensiva rispetto al totale di ospedalizzati è pari al 9.68% rispetto al valore massimo del 10.48% registrato il 03-04-2020.

Il numero di nuovi casi positivi in regione è pari a 8129 ossia il 21.82% rispetto all'incremento nazionale (37249).

La letalità (decessi rispetto a casi totali) in Lombardia da INIZIO PANDEMIA è pari a 6.14% mentre quella nazionale vale 3.90%.

La letalità della PRIMA ONDATA in Lombardia è pari a 15.62% mentre quella nazionale vale 10.91%.

La letalità della SECONDA ONDATA in Lombardia è pari a 1.08% mentre quella nazionale vale 1.06%.

La mortalità (decessi ogni 100,000 abitanti) in Lombardia da INIZIO PANDEMIA è pari a 191 mentre quella nazionale è 74.

La mortalità della PRIMA ONDATA in Lombardia è pari a 169 mentre quella nazionale è 60.

La mortalità della SECONDA ONDATA in Lombardia è pari a 22 mentre quella nazionale è 14.

I valori di letalità sono più elevati che in altre nazioni anche perché il numero di casi totali individuati è decisamente inferiore rispetto alla popolazione che effettivamente è stata contagiata e che in parte è deceduta.

Al contrario i valori di mortalità sono più contenuti rispetto al dato realmente sofferto in quanto numerosi decessi ad inizio pandemia non sono stati contati perché i deceduti non furono sottoposti preliminarmente a tampone.

Si rammenta infine che gli abitanti dell'Italia sono poco più di 60 milioni e che quelli di Lombardia sono 10.06 milioni (quindi la Lombardia ospita il 16.67% degli abitanti della intera nazione).

## **Sezione di CONFRONTO tra Lombardia e Italia/Resto di Italia**

I nuovi positivi in Lombardia sono 8129 a valle di 35550 tamponi refertati in regione. Percentuale positivi 22.87%.

I nuovi positivi in Italia sono 37249 a valle di 227695 tamponi refertati. Percentuale positivi 16.36%.

I nuovi positivi nel resto d'Italia sono 29120 a valle di 192145 tamponi refertati. Percentuale positivi 15.16%.

I tamponi refertati oggi in Lombardia sono il 63.90% rispetto al massimo numero refertato nel corso della pandemia pari a 55636 tamponi avvenuto il 13-11-2020.

I tamponi refertati oggi in Italia sono il 89.32% rispetto al massimo numero refertato nel corso della pandemia pari a 254908 tamponi avvenuto il 13-11-2020.

I positivi oggi in Lombardia su 100,000 abitanti sono 80.8052.

I positivi oggi in Italia su 100,000 abitanti sono 61.7114.

I positivi oggi nel resto d'Italia su 100,000 abitanti sono 57.8926.

Ciò vuol dire che in Lombardia ogni 100,000 abitanti ci sono attualmente 1.40 volte più positivi che nel resto d'Italia.

I casi totali in Lombardia su 100,000 abitanti sono 3109 da inizio pandemia.

I casi totali in Italia su 100,000 abitanti sono 1896 da inizio pandemia.

I casi totali nel resto d'Italia su 100,000 abitanti sono 1654 da inizio pandemia.

Ciò vuol dire che in Lombardia ogni 100,000 abitanti ci sono stati 1.88 volte più casi totali che nel resto d'Italia.

## **CONFRONTO TRA ATTUALE SECONDA ONDATA (Oct- 2020) E PRIMA ONDATA PANDEMICA (Feb-Sep 2020)**

La percentuale di Ospedalizzati in Lombardia è 63.31% rispetto al massimo della pandemia (8438, +318).

La percentuale di Ospedalizzati in Italia è 100.00% rispetto al massimo della pandemia (34704, +560).

La percentuale di ICU in Lombardia è 59.16% rispetto al massimo della pandemia (817, +16).

La percentuale di ICU in Italia è 81.27% rispetto al massimo della pandemia (3306, +76).

## **STIMA DI QUANTO TEMPO MANCA PER RAGGIUNGERE IL 100% DEI POSTI LETTO DI TERAPIA INTENSIVA IN ITALIA DEDICATI A PAZIENTI COVID-19**

Il **totale dei posti letto (PL)** dedicati alle terapie intensive (TI) al 31 Dicembre 2019 era pari a 5179. Si assume che almeno il restante **30%** debba essere lasciato libero per pazienti non Covid. Il valore di 5179 PL è utilizzato come valore di riferimento in quanto la risorsa attualmente determinante è quella umana costituita da personale ospedaliero (infermieri + medici rianimatori) di elevata specializzazione e non facilmente reclutabile o formabile. **La presente sezione stima quando il 100% dei PL in TI dedicati a pazienti Covid-19 sarà occupato.**

**Si stima che la soglia di 3625 ricoverati in terapia intensiva per Covid-19 in Italia (corrispondente al 100% dei posti letto disponibili) sarà raggiunta tra il 15-11-2020 e il 16-11-2020 ossia tra 1-2 giorni.**

## **ANALISI SUPERAMENTO SOGLIE CRITICHE PER NUOVI POSITIVI GIORNALIERI**

Questa sezione è dedicata ai **decisori regionali e nazionali** ed è relativa all'analisi dei nuovi casi positivi registrati nell'arco della giornata. I dati riportati cercano di predire in quale forchetta temporale dovrebbe verificarsi il superamento di **tre soglie critiche**, vieppiù crescenti, di **nuovi positivi giornalieri**.

Le estrapolazioni debbono essere soppesate *cum grano salis* in quanto si basano su modelli predittivi ancorché di elevata affidabilità.

Il **confronto giorno dopo giorno del presente Bollettino** riguardo alle previsioni di superamento soglia critica permetterà di comprendere se le **misure di contenimento** del fenomeno pandemico (*e.g.*, DMPC, *lockdown* parziali o totali, zone rosse) stiano o meno avendo effetto e quantificarne la loro entità.

**Per quanto riguarda la Lombardia si stimano le seguenti date per:**

- la soglia critica di 8000 nuovi positivi giornalieri è già stata superata.
- superamento di 10000 nuovi positivi giornalieri tra il 15-11-2020 e il 04-12-2020 ossia tra 1-20 giorni.
- superamento di 12000 nuovi positivi giornalieri tra il 17-11-2020 e il 03-12-2020 ossia tra 3-19 giorni.

**Per quanto riguarda l'Italia si stimano le seguenti date per:**

- superamento di 40000 nuovi positivi giornalieri tra il 15-11-2020 e il 20-11-2020 ossia tra 1-6 giorni.
- superamento di 50000 nuovi positivi giornalieri tra il 18-11-2020 e il 28-11-2020 ossia tra 4-14 giorni.
- superamento di 60000 nuovi positivi giornalieri tra il 22-11-2020 e il 12-12-2020 ossia tra 8-28 giorni.

## Note

Il presente Bollettino descrive la seconda ondata pandemica di Covid-19 e fissa nel giorno 7 Ottobre 2020 l'effettiva significativa ripartenza di tale epidemia.

L'indice **R<sub>2</sub>** meglio indicato come **R<sup>2</sup>** (*i.e.* coefficiente di determinazione; si legge: erre quadro) è un numero adimensionale compreso tra 0 e 1. Più è elevato migliore è la bontà del modello matematico utilizzato per regredire (*i.e.* descrivere) l'andamento dei dati sperimentali.

Il tempo di raddoppio del fenomeno corrisponde all'intervallo temporale necessario per raddoppiare l'attuale valore (*e.g.*, pazienti in terapia intensiva, ospedalizzati, ...). Più **R<sup>2</sup>** è elevato più il valore del tempo di raddoppio è affidabile. Il tempo di raddoppio del fenomeno indica il numero di giorni ed ore necessari (secondo le stime del modello esponenziale) affinché l'attuale valore descritto raddoppi (ad esempio il numero di pazienti in terapia intensiva oppure di pazienti ospedalizzati).

Per quanto riguarda il **confronto tra prima ondata** (ebbe inizio il 24-Feb-2020) e **seconda ondata** (ha avuto inizio il 7-Oct-2020) è opportuno notare che (i) la seconda ondata della Lombardia si posiziona per gli indicatori ICU, totale ospedalizzati e decessi sotto la prima ondata. Non altrettanto avviene per molte altre regioni italiane che vedono una seconda ondata decisamente superiore (in termini quantitativi) rispetto alla prima.

Discorso a parte va fatto per i casi totali che in tutte le regioni analizzate sono decisamente superiori nella seconda ondata rispetto alla prima e ciò è dovuto *in primis* alla maggiore capacità di effettuare e refertare giornalmente i tamponi alla popolazione a rischio.

Nel confronto tra prima e seconda ondata i valori delle singole variabili diagrammate partono da zero per permettere un confronto adeguato. L'asse delle ascisse riporta i giorni trascorsi dall'inizio della rispettiva ondata.

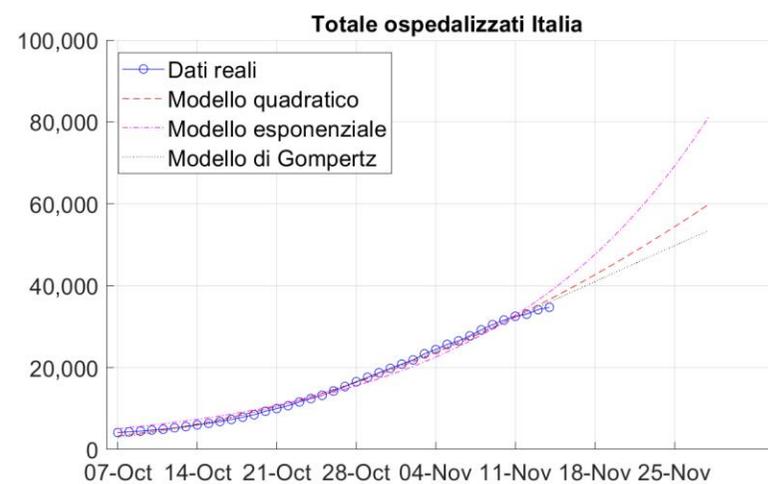
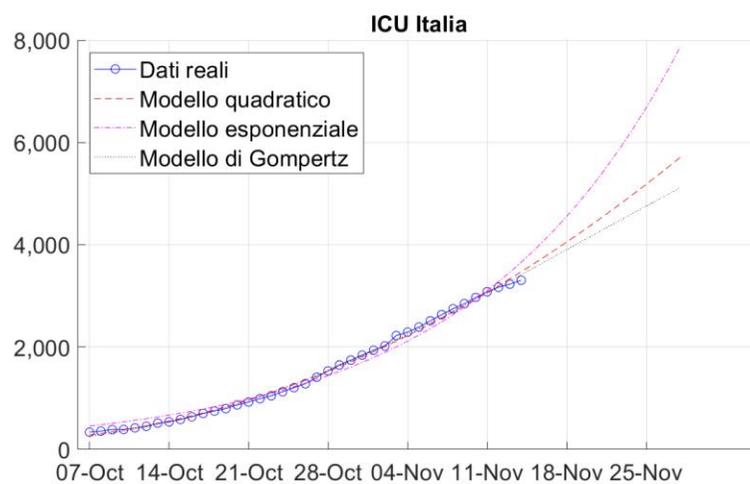
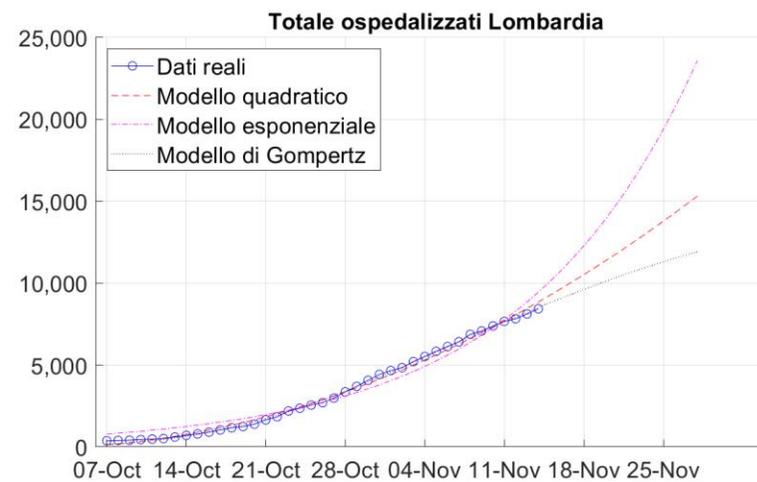
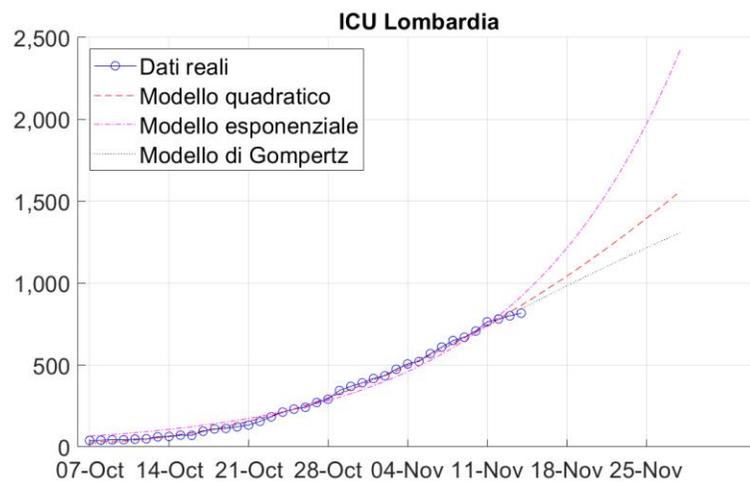


Figura 1: Modelli previsionali di posti in terapia intensiva e pazienti ospedalizzati. Confronto con i dati pubblicati dal Ministero della Salute.

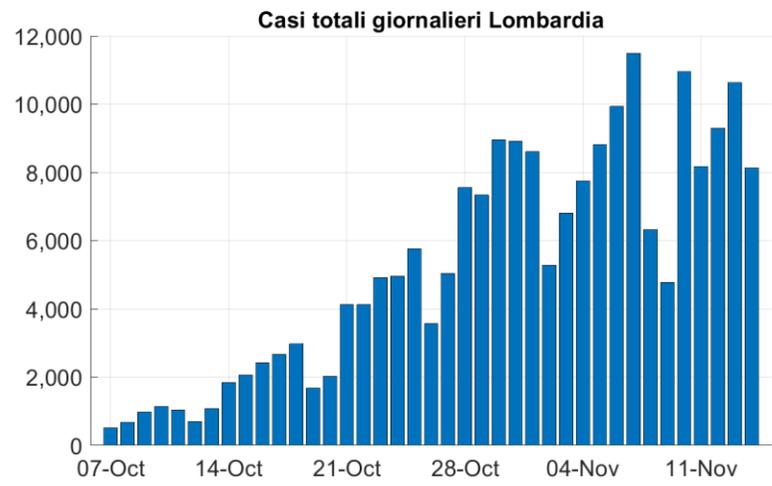
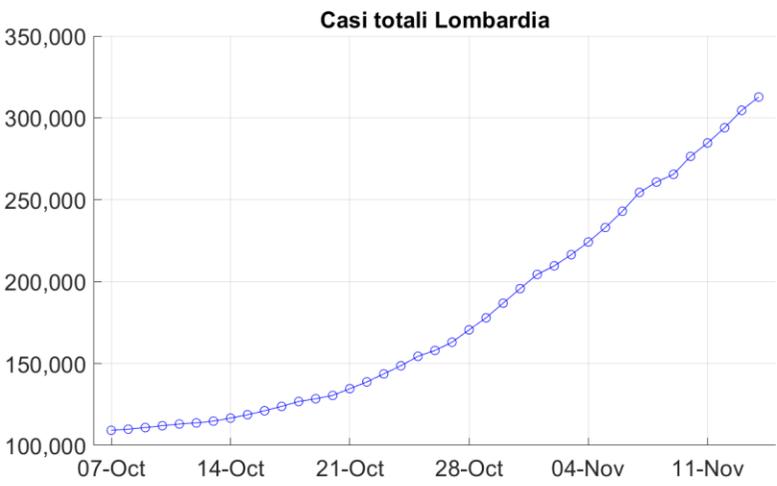
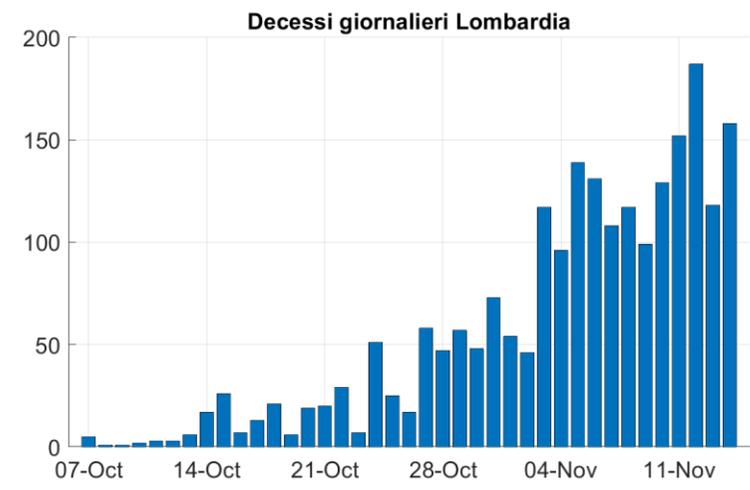
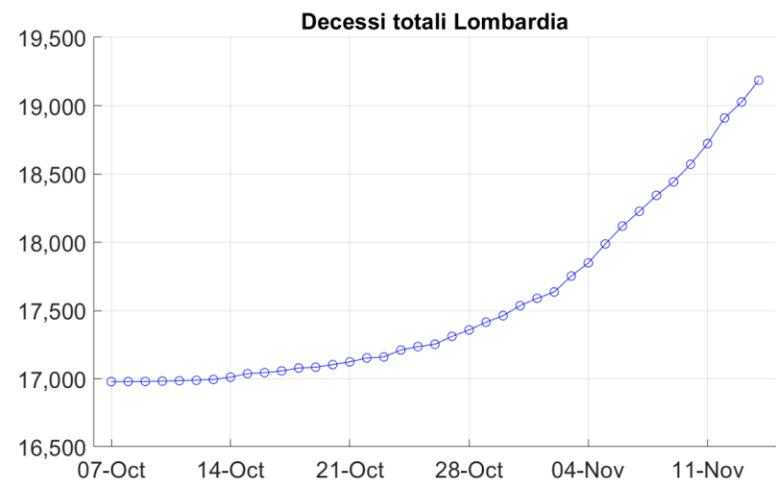


Figura 2: Decessi e Casi totali in regione su base cumulata e giornaliera. La virgola nei numeri sull'asse delle ordinate (verticale) rappresenta il separatore delle migliaia.

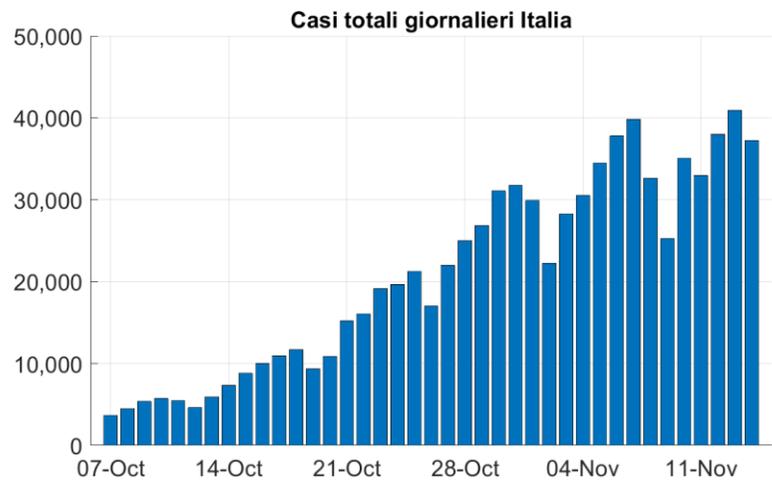
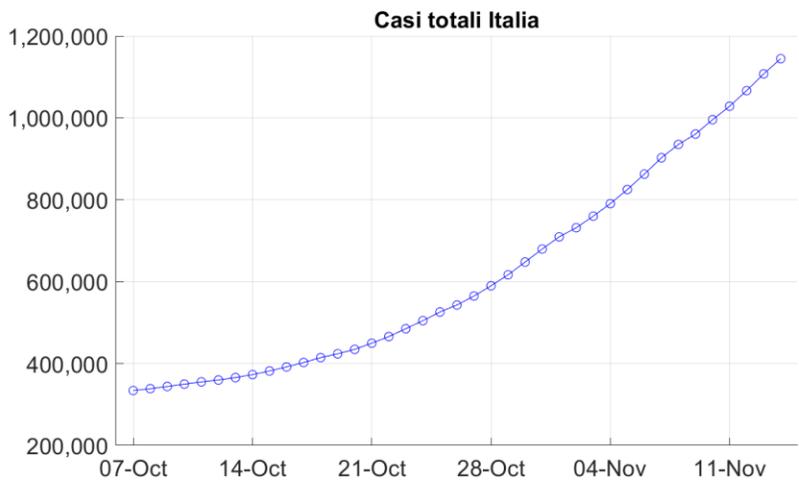
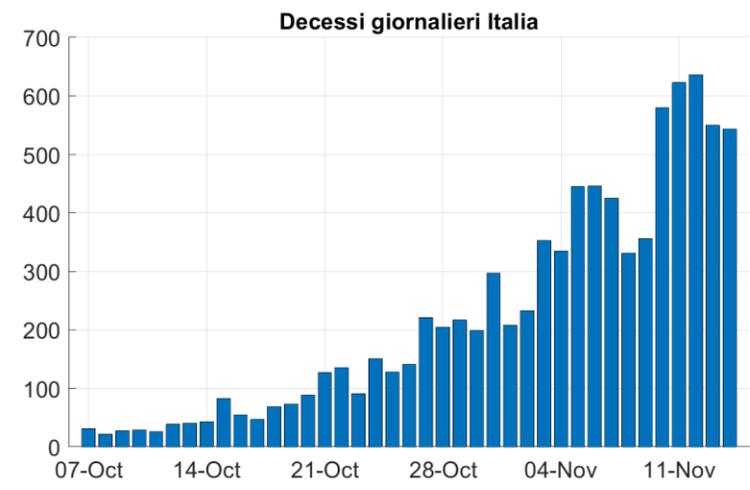
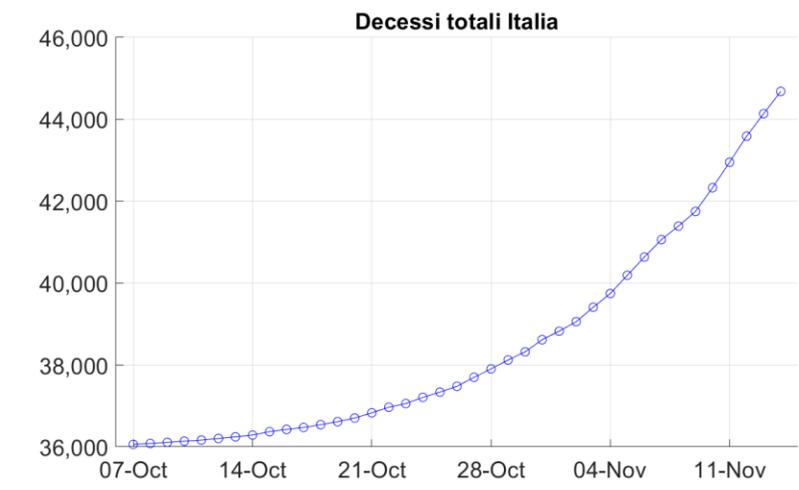


Figura 3: Decessi e Casi totali in Italia su base cumulata e giornaliera.

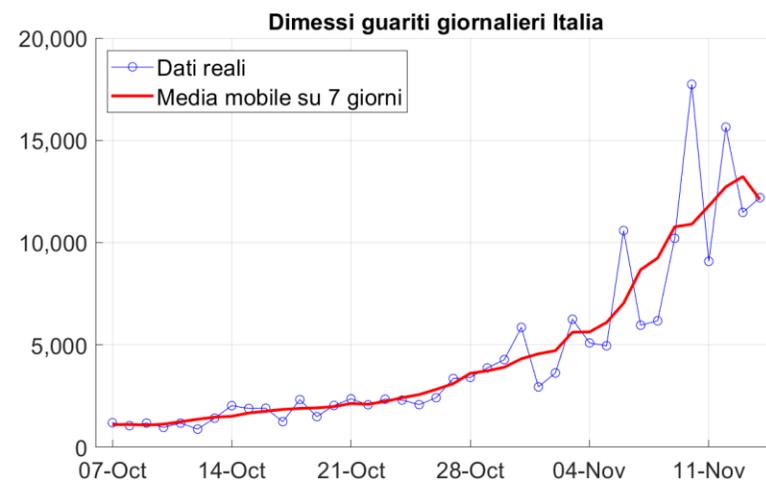
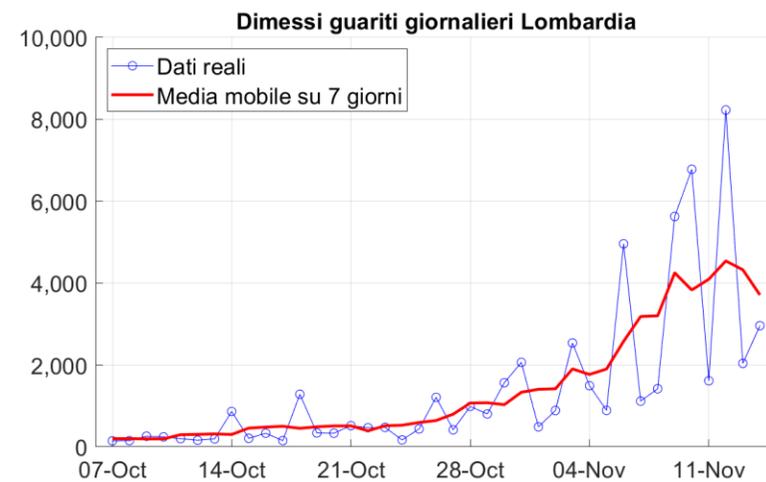
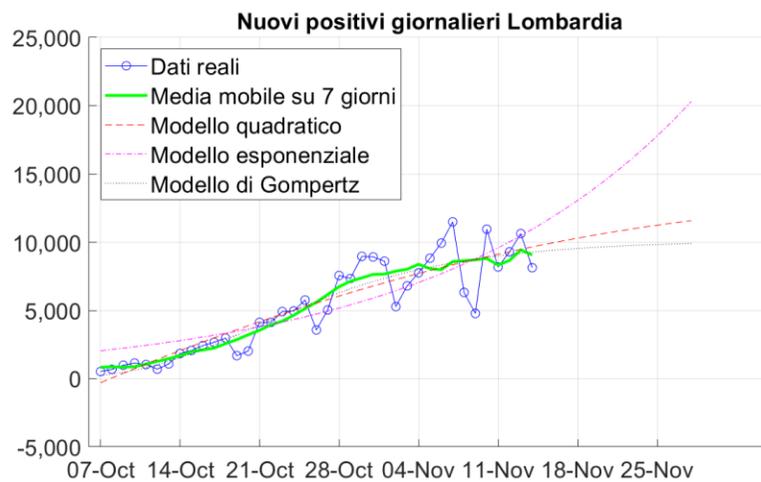


Figura 4: Nuovi casi positivi e dimessi guariti entrambi su base giornaliera in regione ed in Italia.

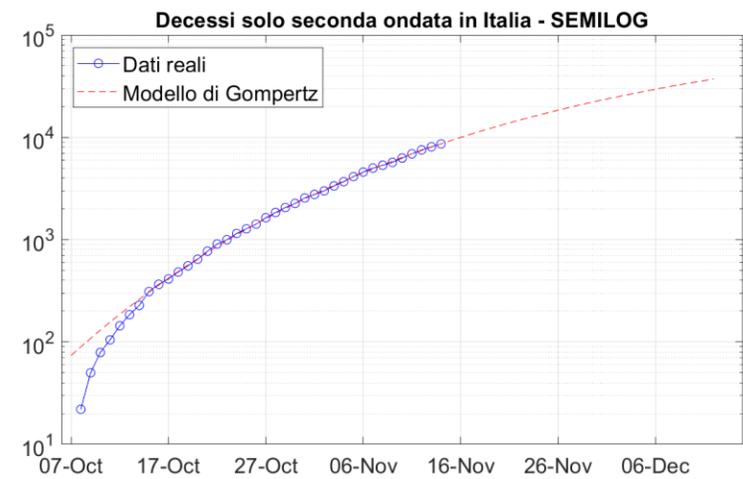
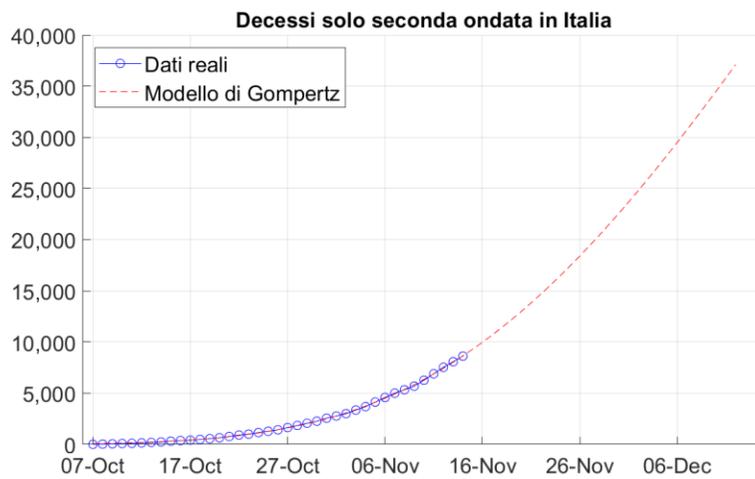
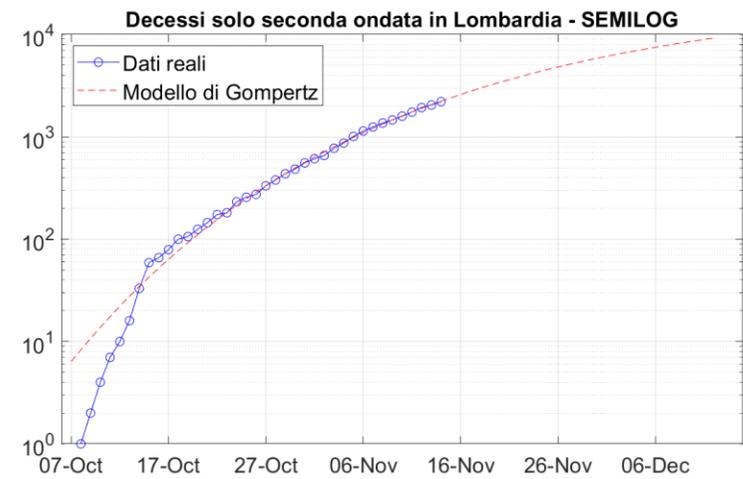
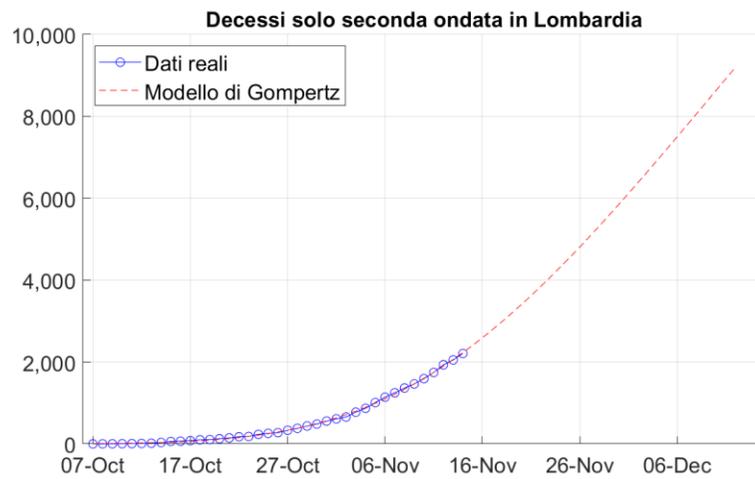


Figura 5: Modello di Gompertz per la previsione della dinamica evolutiva dei decessi in regione ed in Italia relativi solo alla seconda ondata.

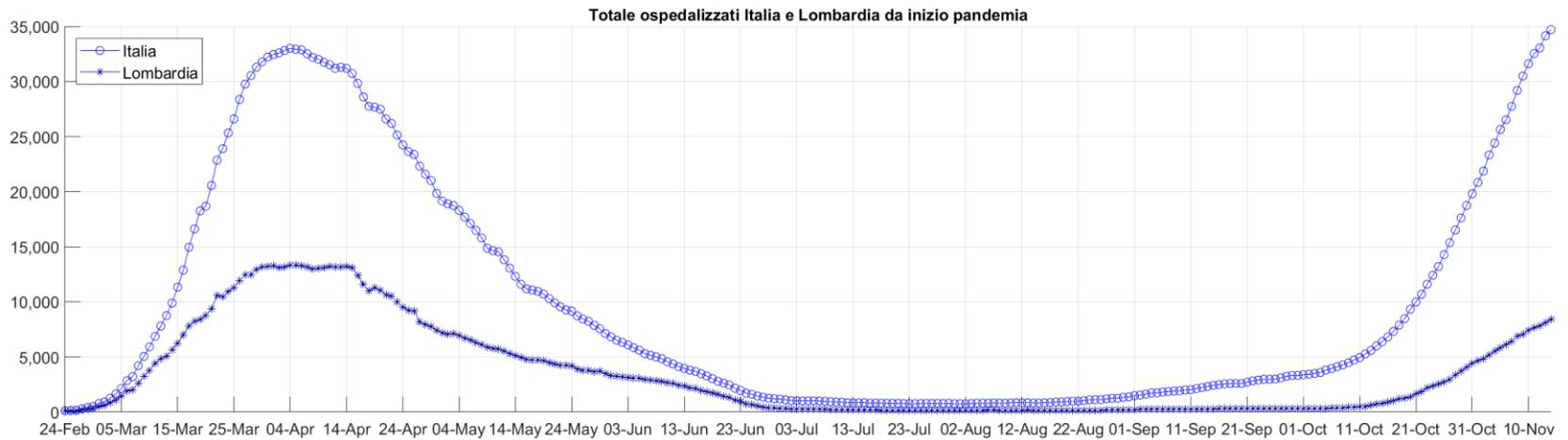
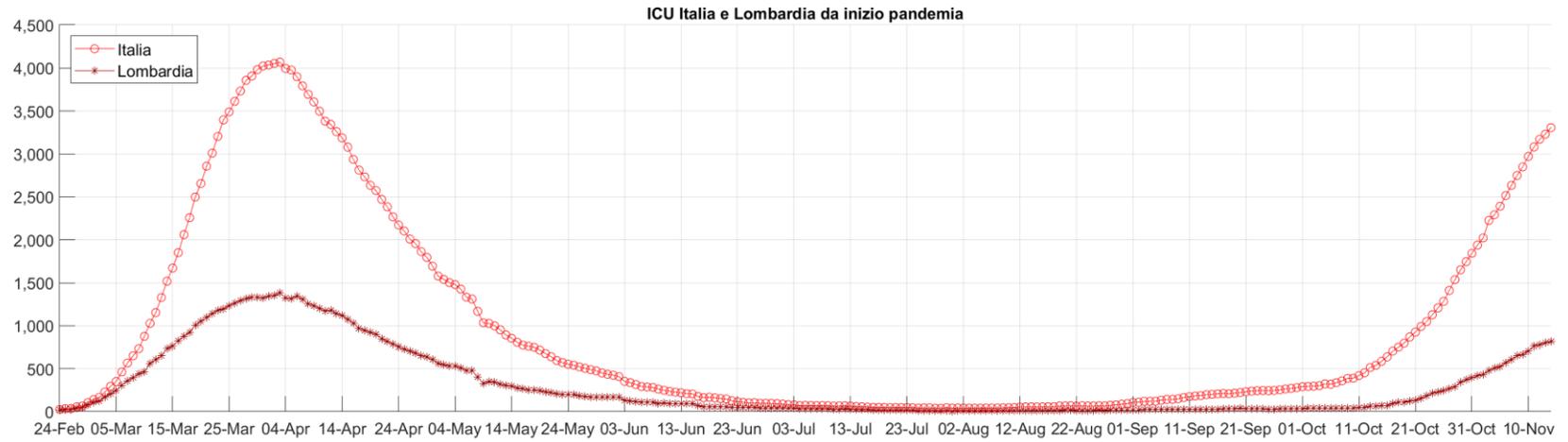


Figura 6: Pazienti in terapia intensiva e totale ospedalizzati da inizio pandemia.

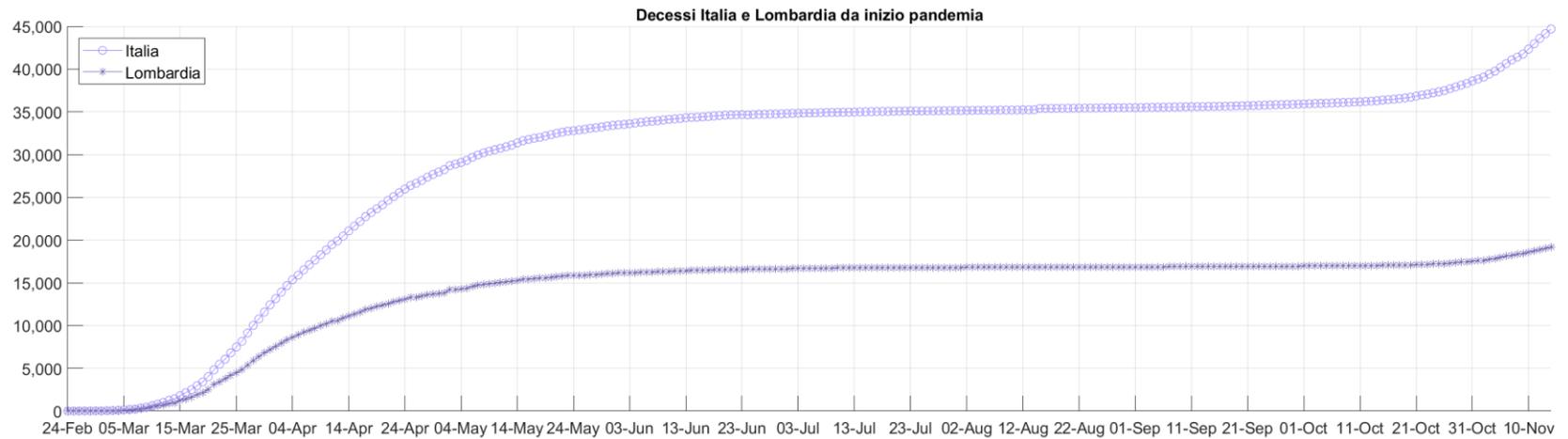
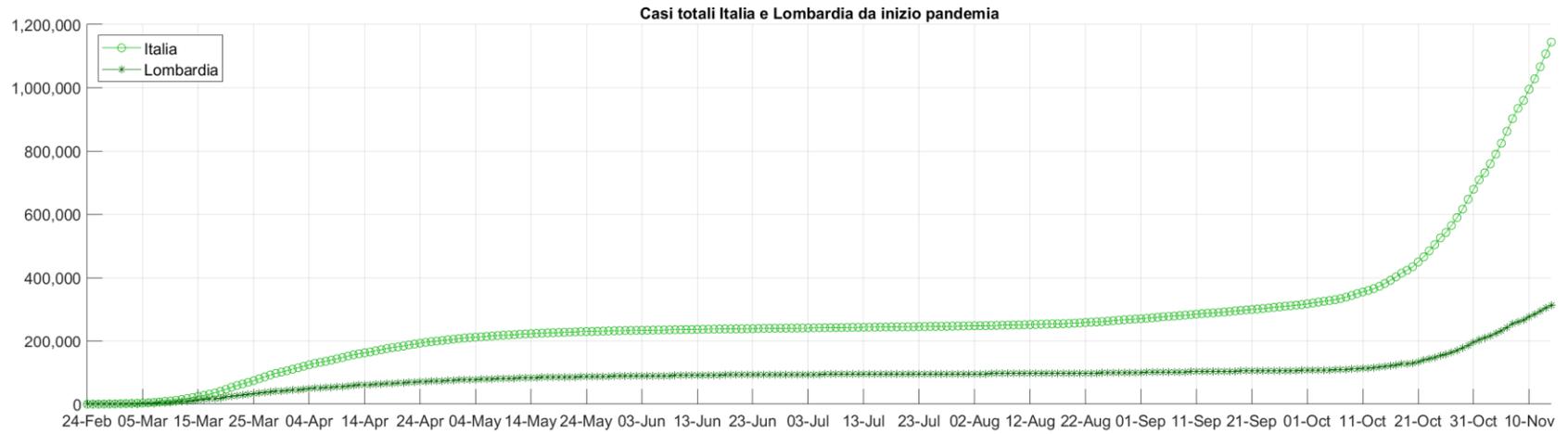


Figura 7: Casi totali e decessi da inizio pandemia.

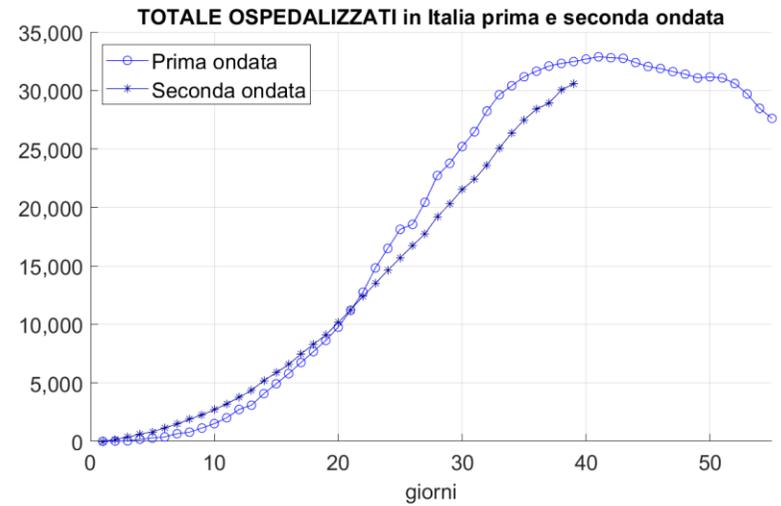
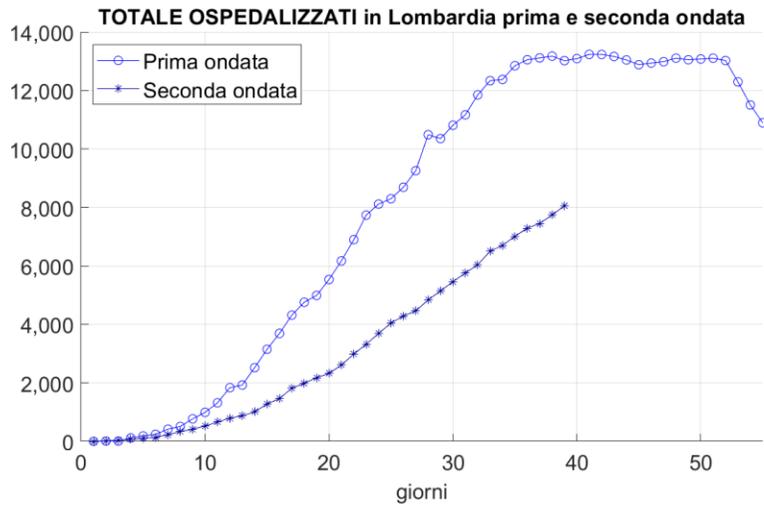
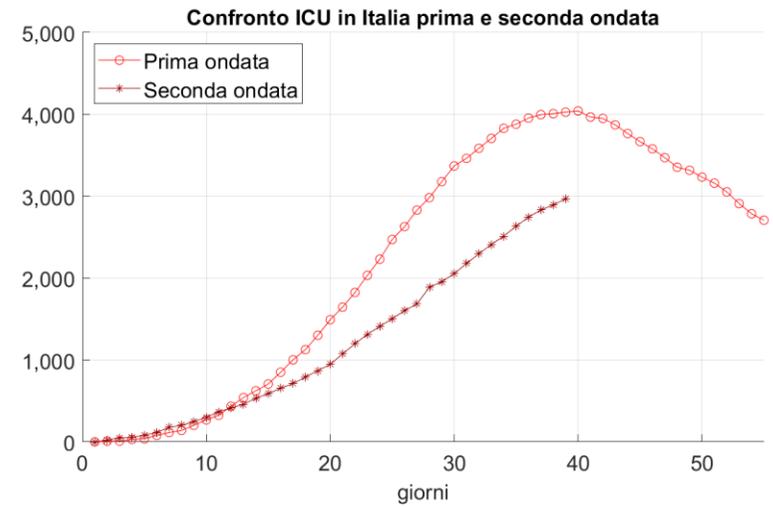
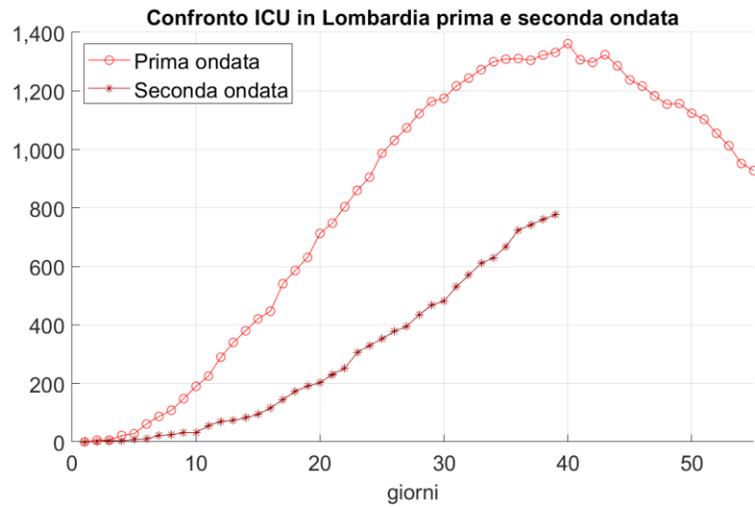


Figura 8: Confronto tra prima e seconda ondata pandemica in regione e in Italia. Inizio prima ondata 24-Feb-2020, inizio seconda ondata 7-Oct-2020.

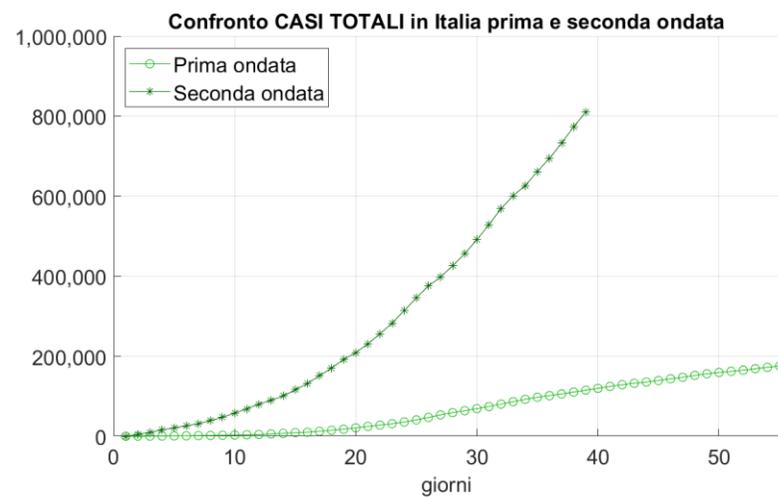
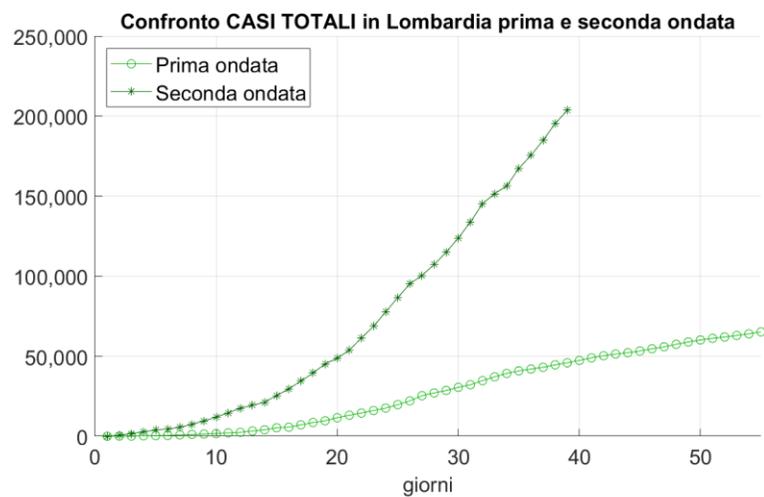
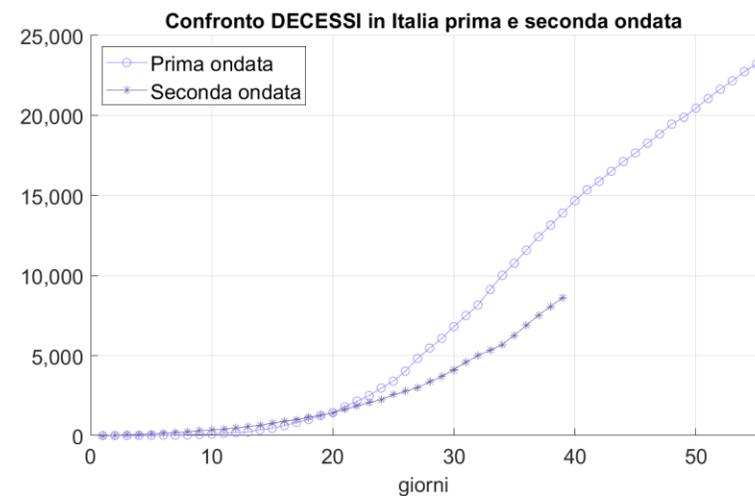
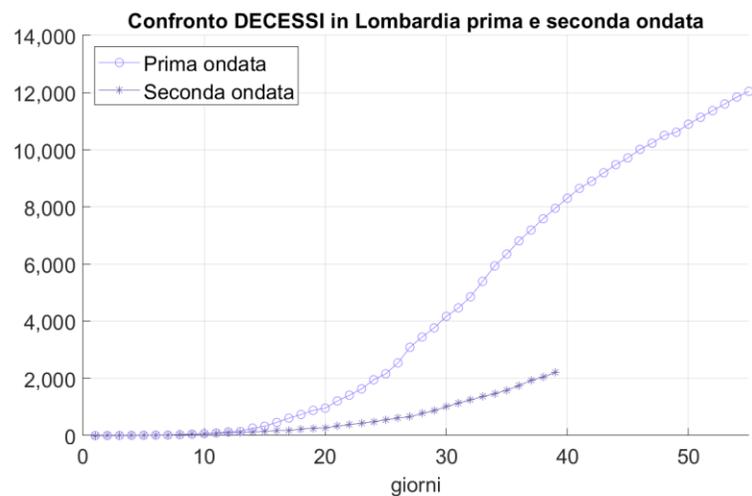


Figura 9: Confronto tra prima e seconda ondata pandemica in regione e in Italia. Inizio prima ondata 24-Feb-2020, inizio seconda ondata 7-Oct-2020. Uno dei motivi per cui i casi totali sono decisamente superiori rispetto nella seconda ondata è che il numero di tamponi refertati quotidianamente è proporzionalmente maggiore.

## Ringraziamenti

Desidero ringraziare tutte le persone che mi hanno aiutato e indirizzato nello sviluppo delle elaborazioni che conducono alla redazione quotidiana di questo Bollettino. In primis i medici, dottori e primari che mi hanno spiegato cosa ci sia dietro il concetto di ICU e decessi. La persona in assoluto più importante, per me e per il lavoro che sto facendo, che vide lontano, molto lontano proprio nei primissimi giorni della epidemia (non ancora pandemia) è sicuramente il dott. Dario Caldiroli. Desidero parimenti ringraziare i dott. Enrico Storti, Piergiorgio Villani, Giovanni Mistraletti, Francesco Trotta ed Edoardo De Robertis. Le afferenze di ciascuno di essi sono consultabili presso i link qui sotto riportati. Li ringrazio ancor di più perché in questi giorni frenetici e di carico lavorativo altissimo hanno trovato modo, anche a notte fonda, di rispondere ai miei dubbi o richieste di maggiori dettagli. A loro il mio tributo, riconoscenza e stima.

Ringrazio anche i colleghi nazionali Mario Grassi, Gaetano Lamberti e Domenico Larobina per le interessanti disquisizioni modellistiche rigorosamente virtuali intercorse dalle rispettive residenze di Trieste, Salerno e Napoli.

## Riferimenti

Davide Manca, Dario Caldiroli, Enrico Storti, **A simplified math approach to predict ICU beds and mortality rate for hospital emergency planning under Covid-19 pandemic**, Computers & Chemical Engineering, Vol. 1402, Article 106945, (2020) <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2020.106945>

Davide Manca, **Analysis of the number growth of ICU patients with Covid-19 in Italy and Lombardy**, In: ESA, European Society of Anaesthesiology, (2020)

Davide Manca, **Dynamics of ICU patients and deaths in Italy and Lombardy due to Covid-19**, In: ESA, European Society of Anaesthesiology, (2020)

Davide Manca, Dario Caldiroli, Enrico Storti, **How to predict the evolution of pandemics for medical decision-making with easy math tools – The Covid-19 case study**, Submitted to Frontiers in Public Health, (2020)

Questo bollettino è pubblicato anche su: <https://pselab.chem.polimi.it/bollettino-pandemia-covid-19/>

Per ulteriori approfondimenti: <https://pselab.chem.polimi.it/pse-lab-on-esa/>

Rassegna stampa PSE-Lab su Covid-19: <https://pselab.chem.polimi.it/rassegna-stampa-covid-19/>

Video del canale POLIMI su YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=4Qwmbewxitc>

Alumni POLIMI: <https://cm.alumni.polimi.it/news/covid-19-progress-in-research-news-1-july-use-of-mathematics-for-predicting-an-end-to-the-pandemic-or-detecting-early-warnings/>