

## PANDEMIA COVID-19 - BOLLETTINO DEL 16 Aprile 2020 (giorno #55)

A cura di Davide Manca - Politecnico di Milano

email: davide.manca@polimi.it - cellulare: +39 328 5690.430

Dati REALI alle 18:00 (Ministero della Salute)	ITALIA	LOMBARDIA	LOMBARDIA/ITALIA
Pazienti ICU oggi	2,936	1,032	35.15%
Pazienti ICU ieri	3,079	1,074	34.88%
Variazione ICU rispetto al giorno precedente	-143	-42	29.37%
Variazione percentuale ICU rispetto al giorno precedente	-4.64%	-3.91%	84.20%
Decessi oggi	22,170	11,608	52.36%
Decessi ieri	21,645	11,377	52.56%
Incremento decessi rispetto al giorno precedente	525	231	44.00%

### Resoconto breve

#### I MEDICI ANESTESISTI E RIANIMATORI INSISTONO AFFINCHÉ OGNUNO INDOSSI LA MASCHERINA QUANDO NON IN CASA E SI RELAZIONA CON ALTRE PERSONE

Il calo di pazienti ICU sia in Italia (-143) che in Lombardia (-42) è sufficientemente in linea con quanto predetto dai modelli. Il calo dei pazienti in terapia intensiva essendo da giorni inferiore alle previsioni dei vari modelli ha condotto ad una riorganizzazione di quello logistico e di Gompertz al fine di seguire meglio la dinamica deflattiva rallentata. Si è deciso di segnalare la data attesa in cui i posti in terapia intensiva scenderanno sotto il 10% rispetto al valore massimo che si è registrato intorno ai primi giorni di Aprile sia in Italia che in Lombardia. Il calo dei pazienti ICU sotto la soglia del 10% è atteso tra il 18-25 Maggio in Italia e 15-25 Maggio in Lombardia.

La Lombardia continua a coprire oltre il 40% dei decessi quotidiani su base nazionale. I pazienti in terapia intensiva in Lombardia sono ancora più di un terzo di quelli dell'intera nazione.

Le variazioni giornaliere dei decessi in Lombardia (+231) ed Italia (+525) sono ancora elevate anche se si riducono lentamente. I modelli continuano a stimare che il punto di massimo incremento dei decessi su base giornaliera sia stato raggiunto il 28-30 Marzo in Italia e il 26-28 Marzo in Lombardia.

Il modello di Gompertz stima il quasi totale azzeramento dei decessi (ossia il raggiungimento del 98% del valore finale totale atteso) verso il 13 Maggio in Lombardia e il 20 Maggio in Italia. Il modello logistico sarà abbandonato dalla giornata di domani in quanto mostra evidenti limiti eccessivamente ottimistici rispetto a quanto registrato nella realtà. I dati reali purtroppo seguono in modo estremamente attendibile il modello di Gompertz che prevede valori di plateau finale più elevati raggiunti in tempi maggiori. Si insiste nel sottolineare che le previsioni dei modelli dipendono fortemente dalle misure di contenimento della

popolazione e sono influenzate dalle prossime aperture progressive previste dal governo nonché dalle decisioni delle singole regioni rispetto ai decreti nazionali.

Le otto Figure relative alla comparazione tra valori reali e modelli previsionali permettono di chiarire i concetti di (i) massimo incremento giornaliero di pazienti ICU e decessi e (ii) raggiungimento del pianoro (i.e. asintoto, plateau) nonché calo degli ICU dopo la sommità del pianoro.

<b>ITALIA - ICU</b>	<b>MODELLO #1</b>	<b>LOGISTICO INVERSO</b>	<b>GOMPERTZ INVERSO</b>
Predizione per il giorno seguente	2,797	2,831	2,835
Variazione attesa rispetto al dato reale di oggi	-139	-105	-101
Il modello di ieri prevedeva per oggi	2,940	2,978	2,981
Errore % del modello di ieri rispetto ai dati reali di oggi	0.14%	1.43%	1.53%
Data massimo decremento pazienti ICU su base giornaliera	n.d.	21/04/2020	17/04/2020
Data di metà percorso in discesa	n.d.	21/04/2020	23/04/2020
Data riduzione al 10% del numero di posti ICU rispetto al massimo raggiunto	n.d.	18/05/2020	25/05/2020

<b>LOMBARDIA - ICU</b>	<b>MODELLO #1</b>	<b>LOGISTICO INVERSO</b>	<b>GOMPERTZ INVERSO</b>
Predizione per il giorno seguente	993	996	999
Variazione attesa rispetto al dato reale di oggi	-39	-36	-33
Il modello di ieri prevedeva per oggi	1,036	1,042	1,043
Errore % del modello di ieri rispetto ai dati reali di oggi	0.39%	0.97%	1.07%
Data massimo decremento pazienti ICU su base giornaliera	n.d.	30/04/2020	27/04/2020
Data di metà percorso in discesa	n.d.	30/04/2020	03/05/2020
Data riduzione al 10% del numero di posti ICU rispetto al massimo raggiunto	n.d.	15/05/2020	25/05/2020

<b>ITALIA - DECESSI</b>	<b>MODELLO #1</b>	<b>MODELLO LOGISTICO</b>	<b>MODELLO GOMPERTZ</b>
Predizione per il giorno seguente	22,445	22,382	22,570
Incremento atteso rispetto al dato reale di oggi	275	212	400
Il modello di ieri prevedeva per oggi	21,927	21,868	22,061
Errore % del modello di ieri rispetto ai dati reali di oggi	-1.10%	-1.36%	-0.49%
Previsione numero finale di decessi (non affidabile)	n.d.	22,839	28,127
Data massimo incremento di decessi su base giornaliera	28/03/2020	30/03/2020	28/03/2020
Data di metà cammino	n.d.	30/03/2020	02/04/2020
Data raggiungimento 98% numero finale di decessi	n.d.	25/04/2020	20/05/2020

<b>LOMBARDIA - DECESSI</b>	<b>MODELLO #1</b>	<b>MODELLO LOGISTICO</b>	<b>MODELLO GOMPERTZ</b>
Predizione per il giorno seguente	11,685	11,687	11,772
Incremento atteso rispetto al dato reale di oggi	77	79	164
Il modello di ieri prevedeva per oggi	11,458	11,463	11,551
Errore % del modello di ieri rispetto ai dati reali di oggi	-1.29%	-1.25%	-0.49%
Previsione numero finale di decessi (non affidabile)	n.d.	11,739	13,813
Data massimo incremento di decessi su base giornaliera	28/03/2020	28/03/2020	26/03/2020
Data di metà cammino	n.d.	28/03/2020	30/03/2020
Data raggiungimento 98% numero finale di decessi	n.d.	22/04/2020	13/05/2020

#### Note

- I dati ICU fanno riferimento a pazienti ricoverati in terapia intensiva
- ICU = Intensive Care Unit
- I decessi fanno riferimento a pazienti ricoverati in ospedali e positivi al tampone Covid-19
- In **BLU** i dati numerici reali (ossia misurati)
- In **ROSSO SCURO** i dati dei modelli previsionali
- n.d. = non disponibile

# Commento risultati

## Sezione pazienti ICU

I modelli più affidabili sono il #1 e quello di Gompertz inverso sia per l'Italia che per la Lombardia. Le figure 1-4 sono estremamente esplicative e mostrano la dinamica evolutiva del numero di pazienti in terapia intensiva.

## Sezione decessi

La sezione di analisi dei dati dei decessi adotta tre tipologie di modelli previsionali. I modelli logistico e di Gompertz descrivono un fenomeno che continua a crescere e progressivamente rallenta fino a raggiungere un pianoro finale (i.e. plateau, asintoto) al termine della pandemia. Si consiglia di usare cautela nell'utilizzo delle previsioni.

## Note ulteriori

Il fenomeno ha abbandonato l'andamento puramente esponenziale ed è ora descritto da una curva logistica o da una curva di Gompertz (la cui forma ricorda quella di una sigmoide (esse allungata) con partenza esponenziale e concavità verso l'alto, andamento lineare in prossimità del flesso (massima pendenza, ossia massimo incremento giornaliero) e quindi cambio di concavità verso il basso con progressivo rallentamento del fenomeno fino a saturazione). In questo momento siamo oltre il flesso e la concavità è rivolta verso il basso (i.e. derivata seconda negativa).

Il problema della curva logistica (e anche di quella di Gompertz) è che regredisce molto bene i dati sperimentali ma a causa dei tre parametri adattivi che la caratterizzano è fluttuante di giorno in giorno (a valle della procedura di regressione non lineare che ne determina i valori). Col passare dei giorni si sta osservando un'accresciuta stabilità del modello che sta riducendo progressivamente le significative fluttuazioni iniziali.

È evidente che nella realtà il numero di ICU Covid-19 sul LUNGO periodo dopo aver toccato un valore massimo inizi a scendere progressivamente fino a diventare nullo (i.e. estinzione della pandemia). Al contempo, in questo periodo di emergenza, i pazienti ICU, se sopravvivono, permangono circa 15 giorni in cura intensiva e quindi tale tempo è equiparabile al concetto di tempo infinito del fenomeno in un'ottica di pianificazione e gestione dell'emergenza.

Il numero di decessi fa riferimento ai morti in ospedale dopo che i pazienti hanno percorso il triage del pronto soccorso ed hanno avuto accesso ai reparti dedicati alla cura del Covid-19.

Il modello di Gompertz in prima istanza appare sovrastimare il fenomeno e quindi può essere interpretato come limite superiore e conservativo (i.e. pessimista). Qualitativamente il modello di Gompertz è simile a quello logistico ma non è simmetrico (come quest'ultimo) rispetto al punto di flesso (i.e. cambio di concavità corrispondente al momento di massimo incremento giornaliero). La curva di Gompertz sale inizialmente più lentamente, poi anticipa l'istante di massima crescita (i.e. anticipa il punto di flesso rispetto alla curva logistica) e infine cresce più lentamente verso valori comunque più alti rispetto al modello logistico. È quindi decisamente più lento a raggiungere il valore massimo (i.e. asintoto orizzontale, plateau). Si consiglia cautela e analisi critica delle stime proposte dal modello di Gompertz.

La data di metà cammino (*halfway*) indica il giorno in cui il modello prevede un valore pari alla metà del massimo asintotico, ossia del plateau finale.

La data di raggiungimento del 98% del fenomeno indica il giorno in cui il modello stima il raggiungimento del 98% del plateau finale.

Una considerazione generale valida quando si considera la qualità predittiva di un modello: se l'errore da questi commesso assume valore negativo ciò significa che c'è stato un aumento del dato reale maggiore rispetto a quello atteso. Al contrario se l'errore è positivo allora il modello ha sovrastimato il valore reale.

## 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 precisazione. 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 fatte dai rispettivi luoghi di isolamento.

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/>

© Davide Manca

La pagina seguente riporta una serie di **diagrammi** esplicativi del fenomeno Covid-19 in termini di pazienti ICU e decessi in Italia e Lombardia.

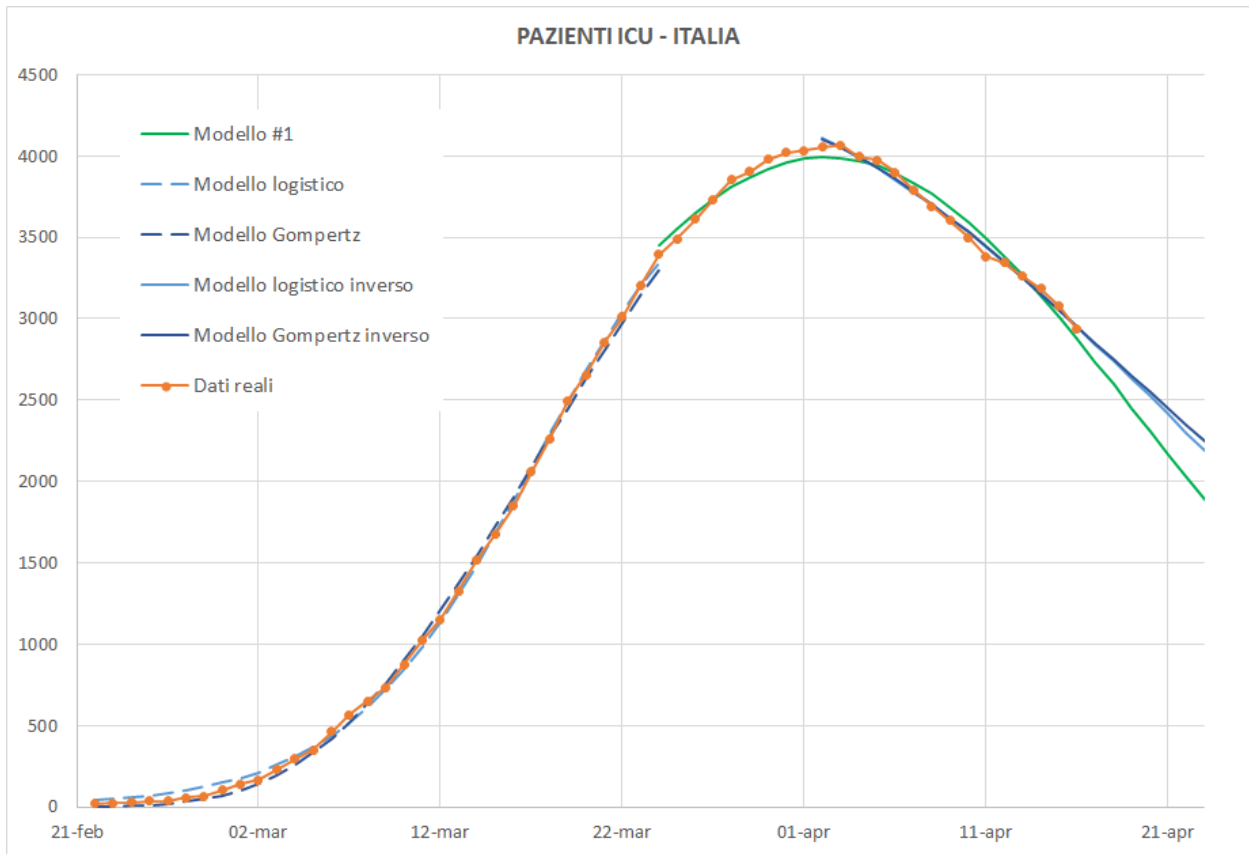


Figura 1: Pazienti ICU in Italia in coordinate lineari. I modelli #1 (linea verde) e Gompertz inverso (linea blu scuro) descrivono con precisione il calo giornaliero dopo il raggiungimento del pianoro come evidenziato dai dati reali (spezzata arancione, linea e pallini).

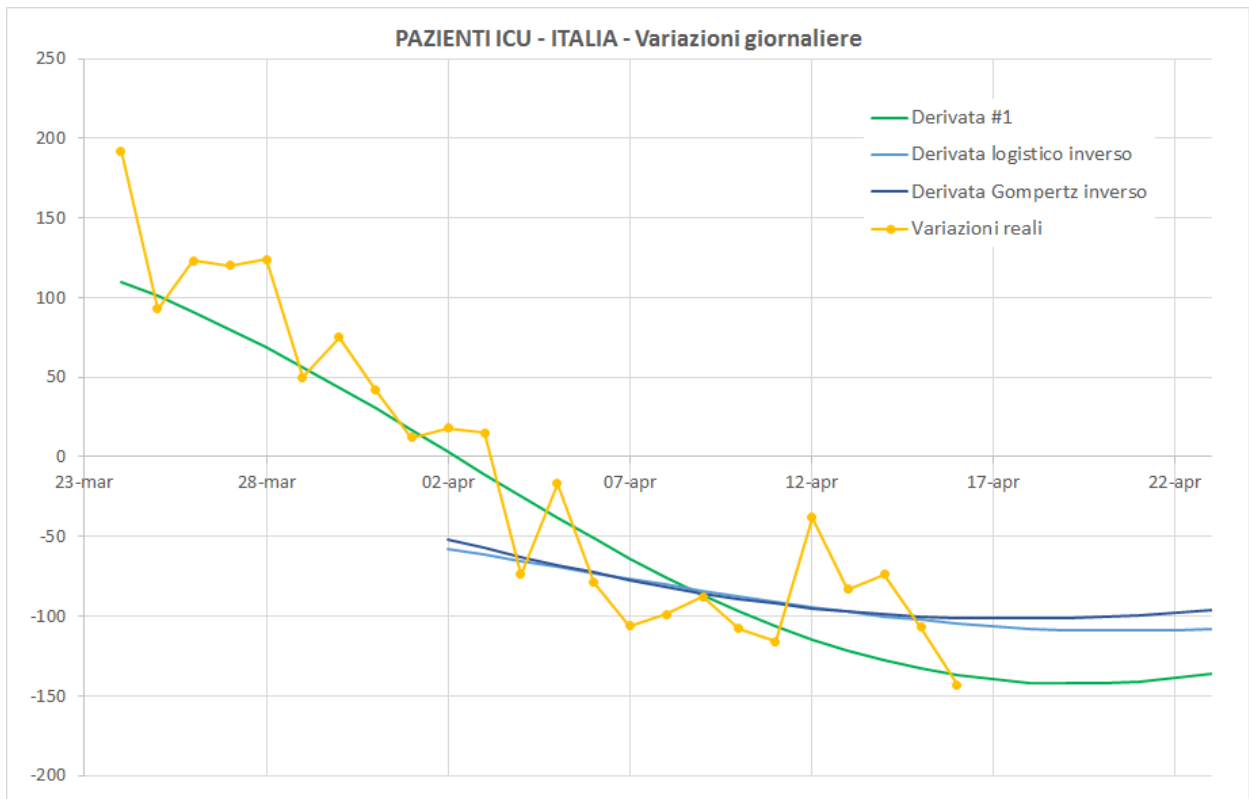


Figura 2: Variazioni dei pazienti ICU in Italia in coordinate lineari. Le linee continue verde, azzurra e blu mostrano l'andamento delle derivate (i.e. variazioni istantanee) dei modelli #1, logistico inverso e Gompertz inverso. La spezzata giallo-ocra (linea e pallini) riporta le variazioni giornaliere reali di pazienti in terapia intensiva.

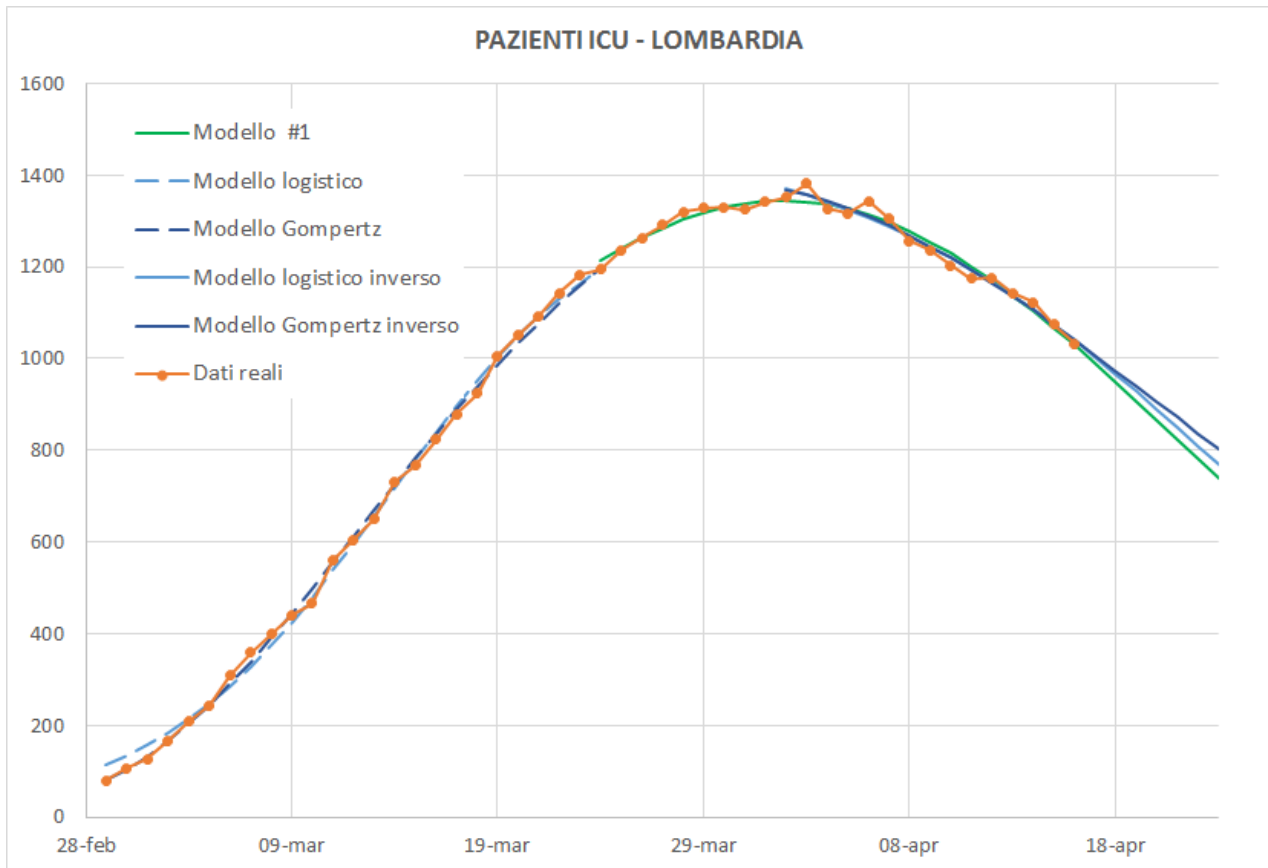


Figura 3: Pazienti ICU in Lombardia in coordinate lineari. Per i colori e significato delle curve vedasi quelli dettagliati in Figura 1.

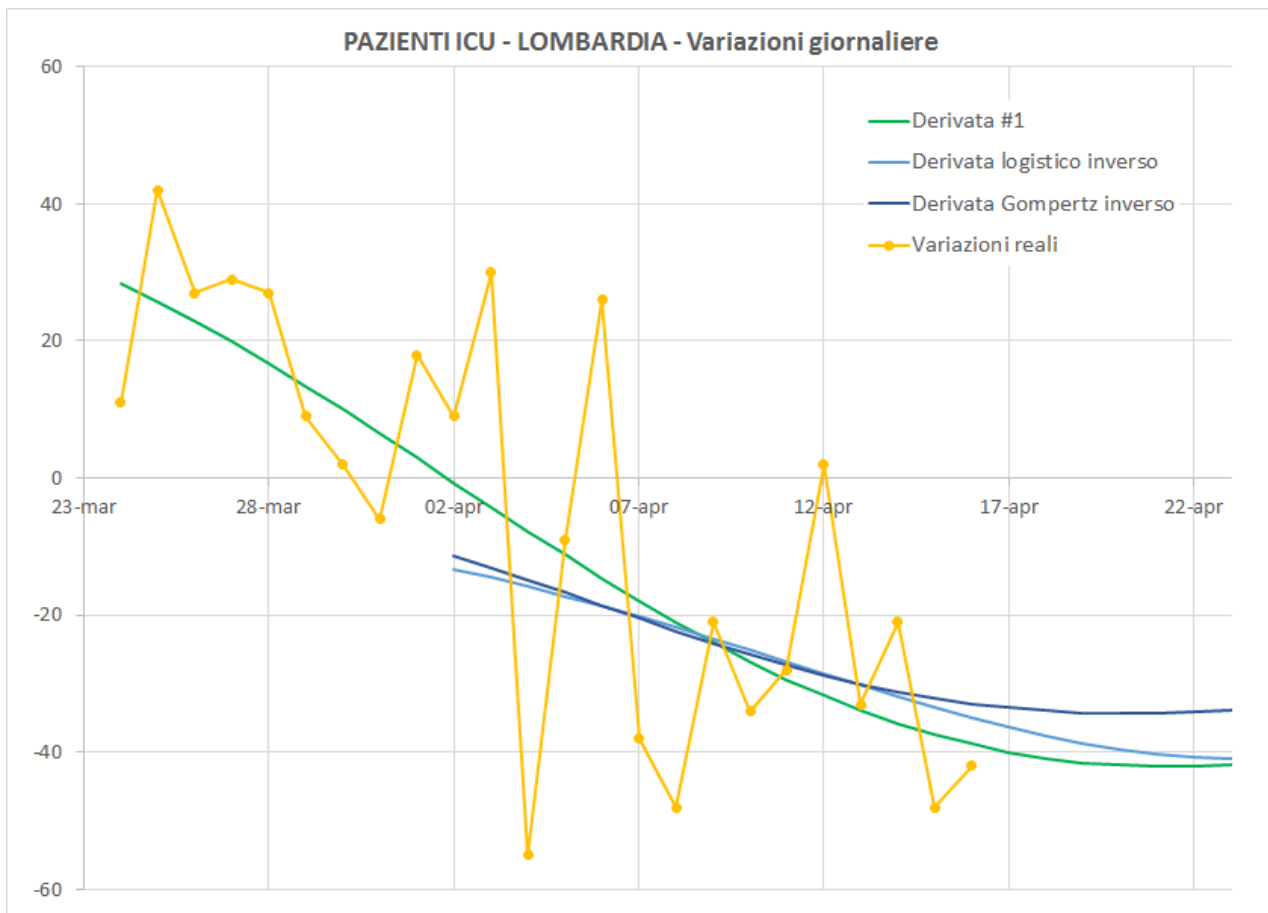


Figura 4: Pazienti ICU in Lombardia. Per i colori e significato delle curve vedasi quelli dettagliati in Figura 2.

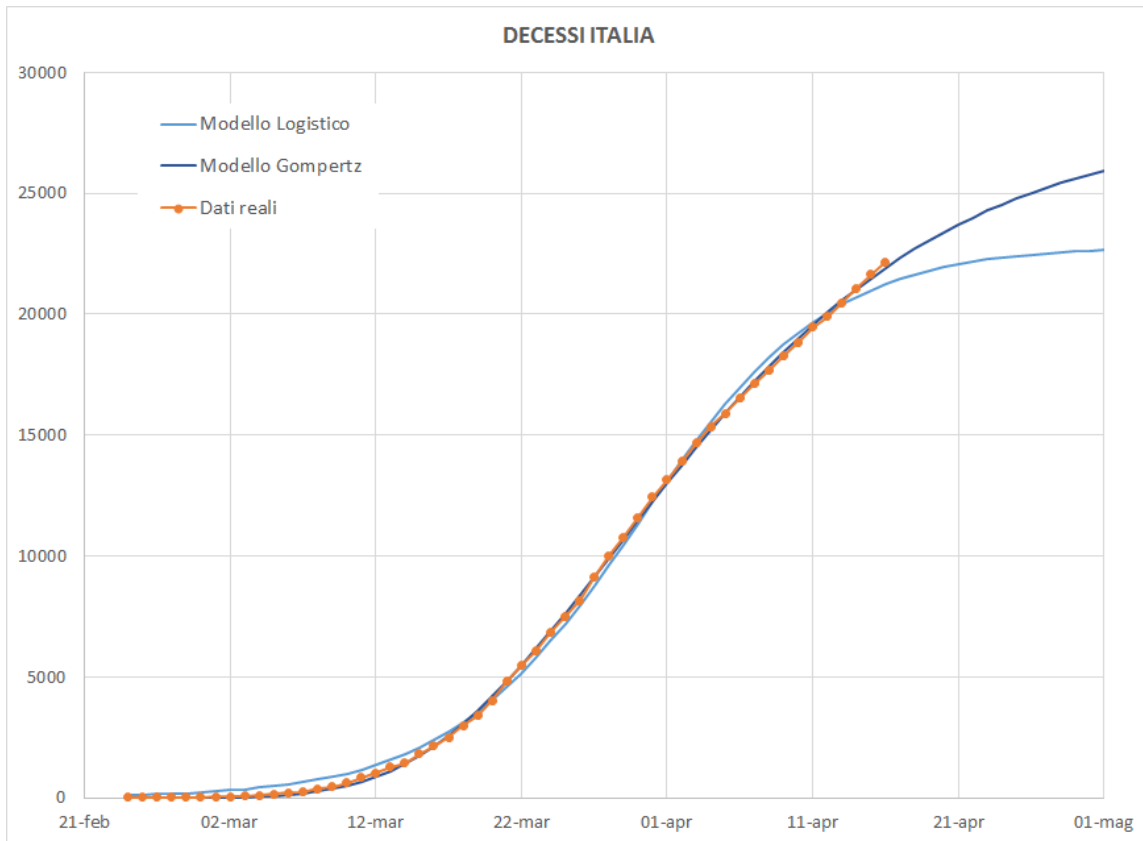


Figura 5: Decessi in Italia in coordinate lineari.

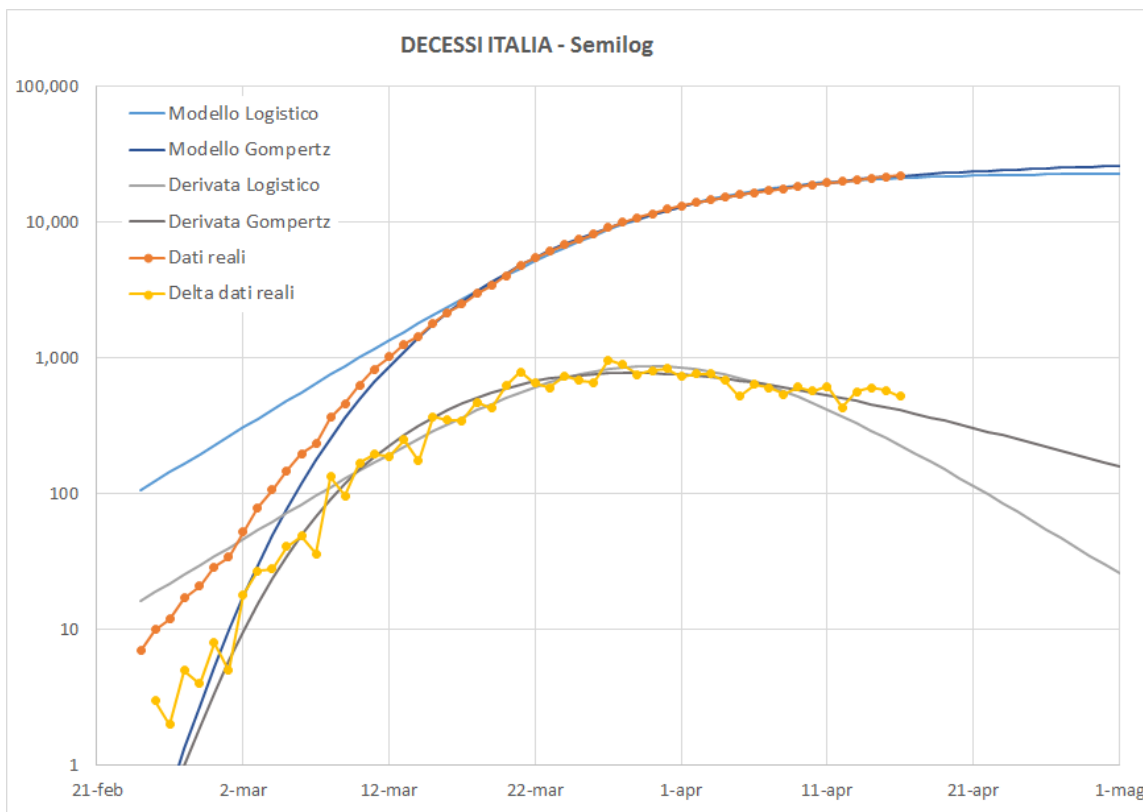


Figura 6: Decessi in Italia in coordinate semilogaritmiche (i.e. asse ordinate secondo potenze di 10). Le linee continue azzurra e blu mostrano l'andamento del modello logistico e di Gompertz. La spezzata arancione scura (linea e pallini) riporta i dati reali. Le linee continue grigio chiara e scura sono la derivata prima del modello logistico e di Gompertz e mostrano la variazione giornaliera dei decessi. La spezzata giallo-ocra (linea e pallini) indica la variazione giornaliera di decessi. I massimi delle curve grigie individuano sulle ascisse la data in cui i rispettivi modelli suggeriscono sia stato raggiunto il massimo incremento di decessi.



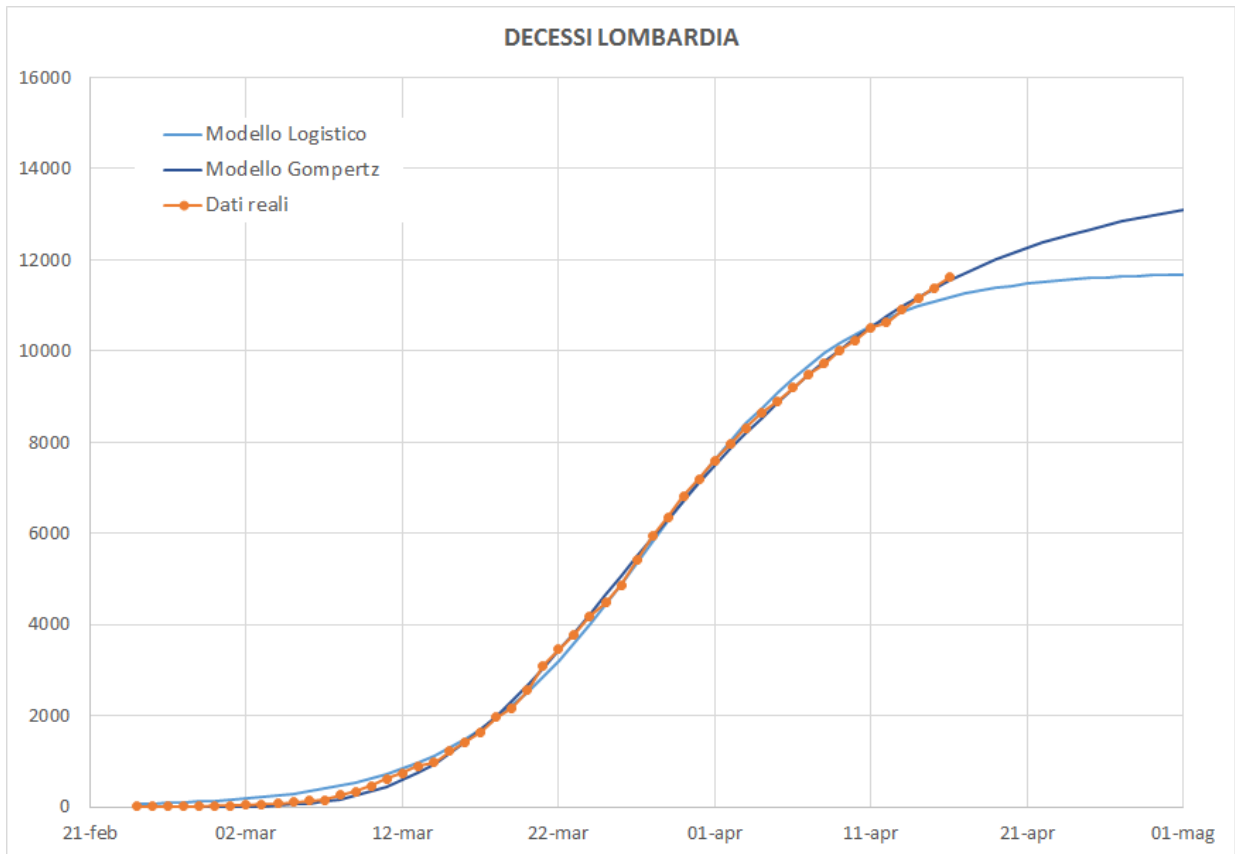


Figura 7: Decessi in Lombardia in coordinate lineari.

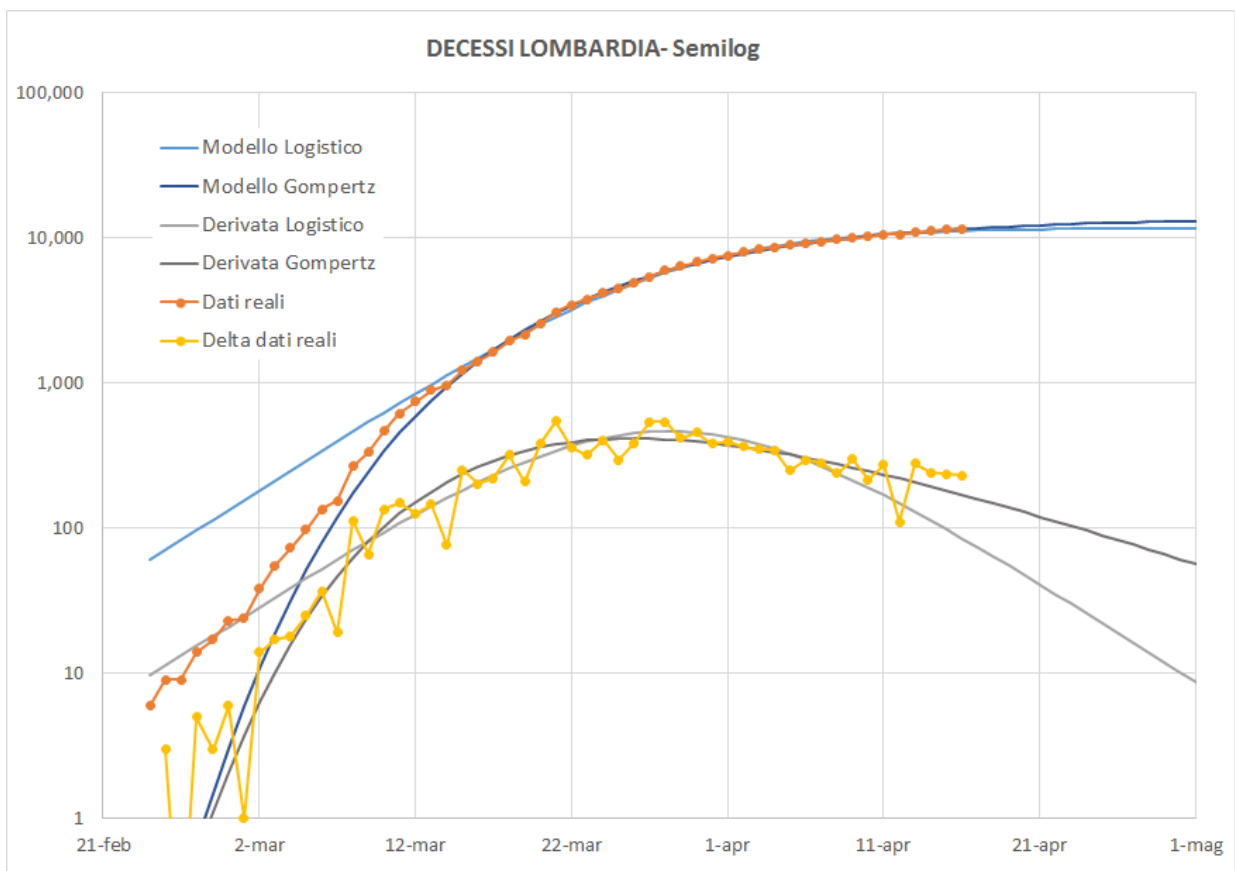


Figura 8: Decessi in Lombardia. Per i colori e significato delle curve vedasi quelli dettagliati in Figura 6.