

PANDEMIA COVID-19 - BOLLETTINO DEL 6 Aprile 2020 (giorno #45)

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	3,898	1,343	34.45%
Pazienti ICU ieri	3,977	1,317	33.12%
Incremento ICU rispetto al giorno precedente	-79	26	-32.91%
Decessi oggi	16,523	9,202	55.69%
Decessi ieri	15,887	8,905	56.05%
Incremento decessi rispetto al giorno precedente	636	297	46.70%

Resoconto breve

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

Per la terza volta consecutiva l'Italia vede una diminuzione di pazienti ICU (-79) mentre la Lombardia è in controtendenza (+26). I modelli da giorni stanno prevedendo il raggiungimento del pianoro relativo al numero massimo di pazienti ICU proprio in questo periodo.

I decessi giornalieri in Lombardia (+97) ed Italia (+636) sono ancora elevati complessivamente ma anche in leggera crescita rispetto al giorno precedente. I modelli stimano che sia già stato raggiunto il punto di massimo incremento dei decessi su base giornaliera. Tale incremento massimo arriva con circa 15 giorni di ritardo rispetto al massimo incremento (sempre su base giornaliera) di pazienti ICU e fornisce una spiegazione riguardo i numeri di decessi ancora così elevati cui stiamo assistendo in questi giorni.

I due modelli logistico e Gompertz racchiudono al loro interno i dati reali dei decessi. Nel caso dei pazienti ICU sia in Italia che in Lombardia il valore reale si posiziona addirittura sotto la curva logistica.

I due modelli prevedono una forchetta di circa 31-33 giorni per poter assistere ad un pratico azzeramento dei decessi su base giornaliera (ossia tra oltre metà Aprile e la seconda decina di Maggio).

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).

ITALIA - ICU	MODELLO #1	MODELLO LOGISTICO	MODELLO GOMPERTZ
Predizione per il giorno seguente	3,817	3,911	3,932
Incremento atteso rispetto al dato reale di oggi	-81	13	34
Il modello di ieri prevedeva per oggi	3,845	3,994	4,019
Errore % del modello di ieri rispetto ai dati reali di oggi	-1.36%	2.46%	3.10%
Massimo numero di pazienti ICU in futuro (non affidabile)	n.d.	4,176	4,542
Data massimo incremento di pazienti ICU su base giornaliera (non affidabile)	n.d.	17/03/2020	14/03/2020
Data di metà cammino	n.d.	17/03/2020	17/03/2020
Data raggiungimento 98% plateau pazienti ICU	n.d.	06/04/2020	18/04/2020

LOMBARDIA - ICU	MODELLO #1	MODELLO LOGISTICO	MODELLO GOMPERTZ
Predizione per il giorno seguente	1,327	1,346	1,351
Incremento atteso rispetto al dato reale di oggi	-16	3	8
Il modello di ieri prevedeva per oggi	1,279	1,321	1,326
Errore % del modello di ieri rispetto ai dati reali di oggi	-4.77%	-1.64%	-1.27%
Massimo numero di pazienti ICU in futuro (non affidabile)	n.d.	1,386	1,474
Data massimo incremento di pazienti ICU su base giornaliera (non affidabile)	n.d.	14/03/2020	10/03/2020
Data di metà cammino	n.d.	14/03/2020	14/03/2020
Data raggiungimento 98% plateau pazienti ICU	n.d.	05/04/2020	15/04/2020

ITALIA - DECESSI	MODELLO #1	MODELLO LOGISTICO	MODELLO GOMPERTZ
Predizione per il giorno seguente	16,784	16,948	17,199
Incremento atteso rispetto al dato reale di oggi	261	425	676
Il modello di ieri prevedeva per oggi	16,227	16,350	16,605
Errore % del modello di ieri rispetto ai dati reali di oggi	-1.79%	-1.05%	0.50%
Previsione numero finale di decessi (non affidabile)	n.d.	19,279	29,306
Data massimo incremento di decessi su base giornaliera (non affidabile)	28/03/2020	27/03/2020	29/03/2020
Data di metà cammino	n.d.	27/03/2020	03/04/2020
Data raggiungimento 98% numero finale di decessi	n.d.	19/04/2020	22/05/2020

LOMBARDIA - DECESSI	MODELLO #1	MODELLO LOGISTICO	MODELLO GOMPERTZ
Predizione per il giorno seguente	9,295	9,405	9,535
Incremento atteso rispetto al dato reale di oggi	93	203	333
Il modello di ieri prevedeva per oggi	9,042	9,129	9,264
Errore % del modello di ieri rispetto ai dati reali di oggi	-1.74%	-0.79%	0.67%
Previsione numero finale di decessi (non affidabile)	n.d.	10,508	15,153
Data massimo incremento di decessi su base giornaliera (non affidabile)	28/03/2020	26/03/2020	27/03/2020
Data di metà cammino	n.d.	26/03/2020	01/04/2020
Data raggiungimento 98% numero finale di decessi	n.d.	18/04/2020	19/05/2020

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** i dati del modello previsionale
- In **VIOLA** i dati del modello logistico e di Gompertz
- n.d. = non disponibile

Commento risultati

Introduzione

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.

Sezione pazienti ICU

I pazienti ICU in **Lombardia** hanno subito un leggero aumento (+26). In numerosi ospedali della Lombardia calano gli accessi al pronto soccorso ma non i pazienti in terapia intensiva. Il punto di massimo incremento giornaliero risulta essere stato raggiunto attorno al 10-14 Marzo. Il modello logistico stima che il pratico raggiungimento del numero massimo di pazienti ICU in regione sia avvenuto il 5 Aprile. Il modello di Gompertz più conservativo (stima per eccesso) prevede che il massimo numero di pazienti ICU sarà raggiunto il 15 Aprile.

Analogo discorso può essere fatto per **l'Italia** che mostra un leggero tempo di ritardo. Il flesso risulta essere stato raggiunto il 14-17 Marzo. Il valore asintotico (ossia a plateau) secondo il modello logistico³ è previsto per oggi 6 Aprile. La stima conservativa del modello di Gompertz prevede il valore massimo per il 18 Aprile. Per la decima volta consecutiva il modello #1 prevede un calo dei posti di terapia intensiva in **Lombardia** rispetto al giorno precedente (diminuzione stimata eccessivamente ottimistica). Il modello logistico invece prevede un lieve aumento pari a 3 posti letto ICU. Il modello di Gompertz infine prevede un incremento di 8 posti letto ICU. Ciò sta ad indicare che i modelli stimano il pratico raggiungimento del plateau.

Questi sono i numeri rispetto cui gestire l'emergenza e prendere decisioni a riguardo. Al contempo tali numeri (proprio perché asintotici) sono da considerarsi una stima approssimata e quindi debbono essere valutati con estrema cautela.

Sezione decessi

La sezione di analisi dei dati dei decessi adotta tre tipologie di modelli previsionali analoghi, per struttura, a quelli della sezione ICU. I modelli implementati forniscono previsioni quantitative sufficientemente accurate sia per la Lombardia che per l'Italia. La forchetta proposta dai tre modelli, relativa alla data in cui si stima sia stato raggiunto il massimo incremento giornaliero di decessi, individua l'intervallo 27–29 Marzo per l'Italia e l'intervallo 26–27 Marzo per la Lombardia. I giorni di incremento massimo giornaliero di decessi sono quindi ormai alle spalle. D'ora in avanti è atteso un calo progressivo dei decessi giornalieri come fortunatamente dimostrato dai dati reali.

La differenza di stima del raggiungimento del plateau (i.e. asintoto finale) è decisamente elevata per i due modelli logistico e di Gompertz (31-33 giorni). Si consiglia di usare massima cautela nell'utilizzo di queste

previsioni. Nella giornata di oggi il modello di Gompertz risulta essere quello con errore inferiore nella previsione del numero di decessi per l'Italia.

Note ulteriori

¹Il 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).

²Il 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 una accresciuta stabilità del modello che sta riducendo progressivamente le significative fluttuazioni iniziali.

³È evidente che nella realtà il numero di ICU Covid-19 sul LUNGO periodo dopo aver toccato un valore massimo inizierà 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 modello limite inferiore è basato su una regressione quadratica in coordinate semilogaritmiche.

Non vengono fornite estrapolazioni estese ad un numero elevato di giorni futuri in quanto, seppur agevole da implementare, non sarebbero affidabili e potrebbero creare o allarmismo o facile entusiasmo guidando i responsabili per le decisioni a scelte non adeguate.

Il tempo di raddoppio del fenomeno è estremamente conservativo (in termini di progettazione e gestione dell'emergenza) in quanto si basa sull'assunto di fenomeno puramente esponenziale. Fortunatamente da diversi giorni il fenomeno non ha più dinamica esponenziale e quindi i tempi effettivi per il raddoppio dei valori sono decisamente maggiori se non addirittura inapplicabili.

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.

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.

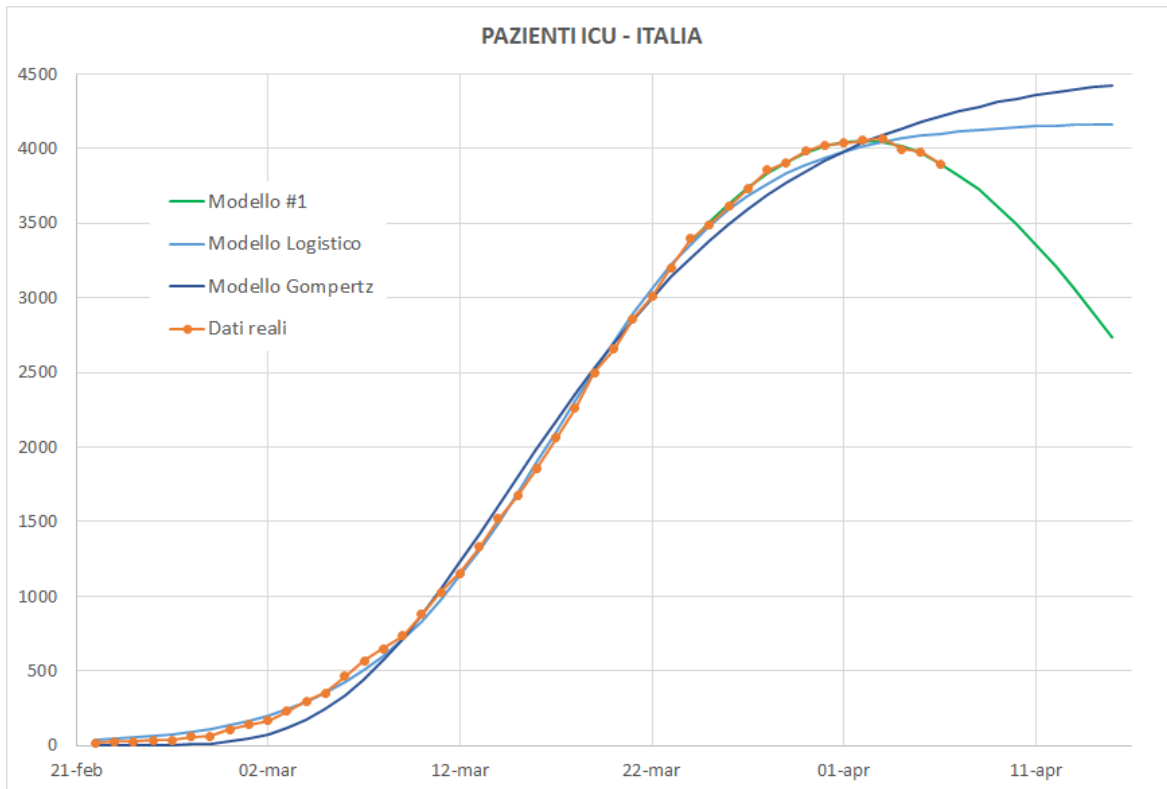


Figura 1: Pazienti ICU in Italia in coordinate lineari.

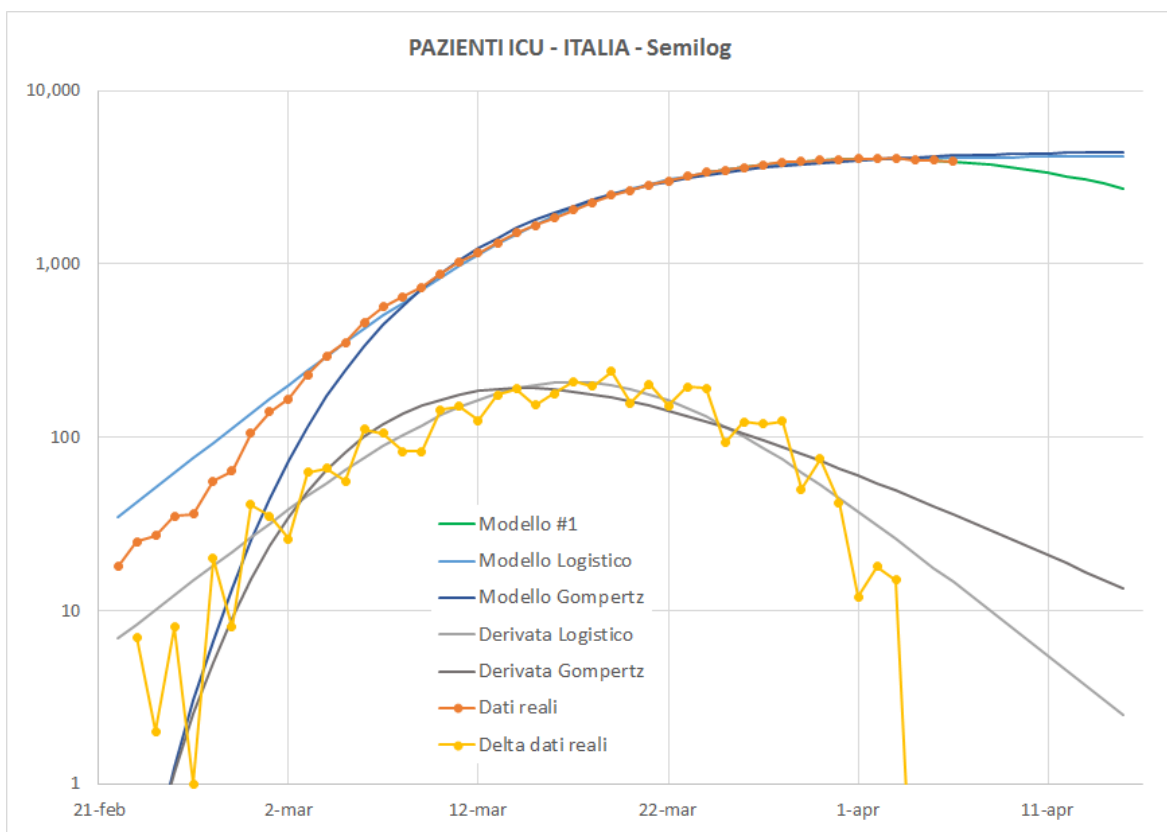


Figura 2: Pazienti ICU in Italia in coordinate semilogaritmiche (i.e. asse ordinate secondo potenze di 10). Le linee continue verde azzurra e blu mostrano l'andamento dei modelli #1, logistico e di Gompertz. La spezzata arancione scura (linea e pallini) riporta i dati reali. Le linee continue grigio chiara e scura sono la derivata prima del modello logistico e di Gompertz e mostrano la variazione giornaliera di posti in terapia intensiva. La spezzata giallo-ocra (linea e pallini) indica la variazione giornaliera. I massimi delle curve grigie individuano sulle ascisse la data di raggiungimento del massimo incremento giornaliero.

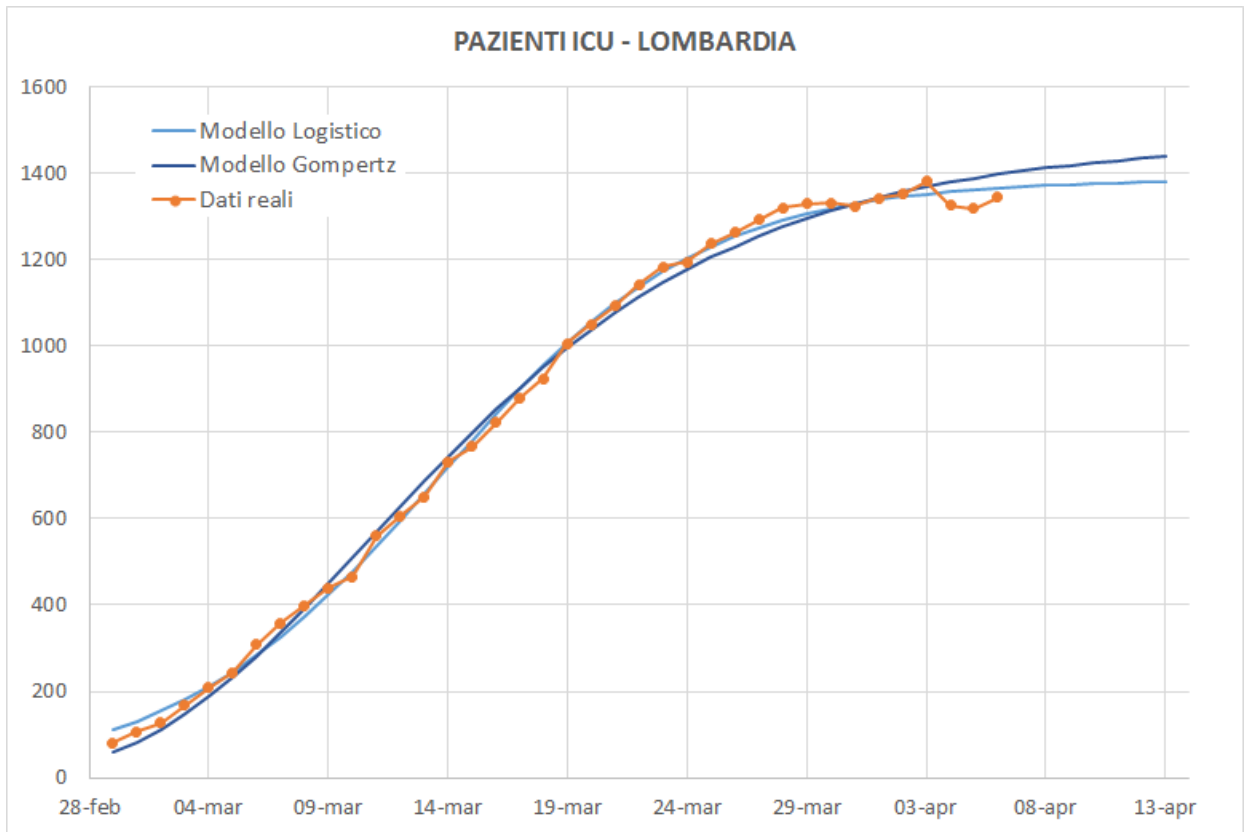


Figura 3: Pazienti ICU in Lombardia in coordinate lineari.

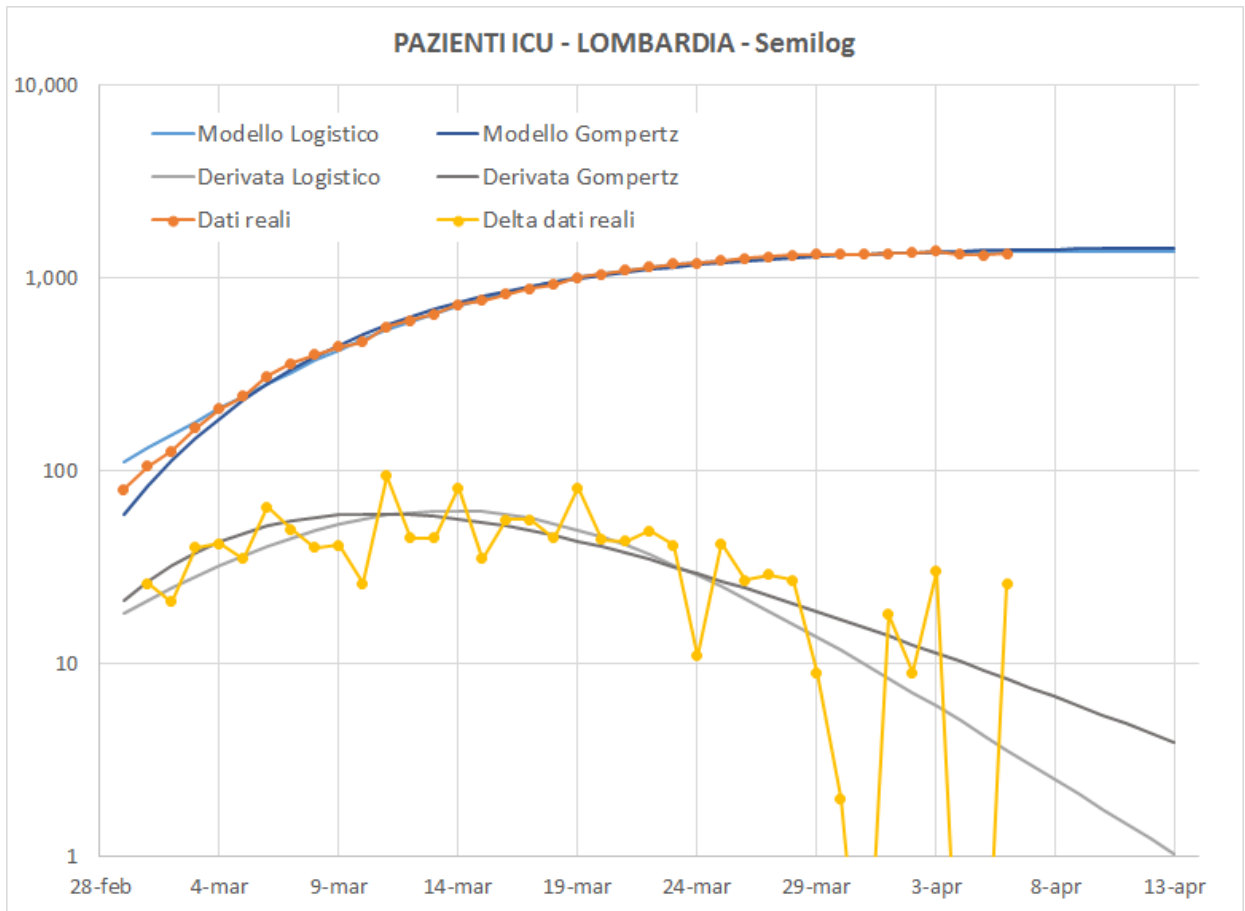


Figura 4: Pazienti ICU in Lombardia. Per i colori e significato delle curve vedasi quelli dettagliati in Figura 2.

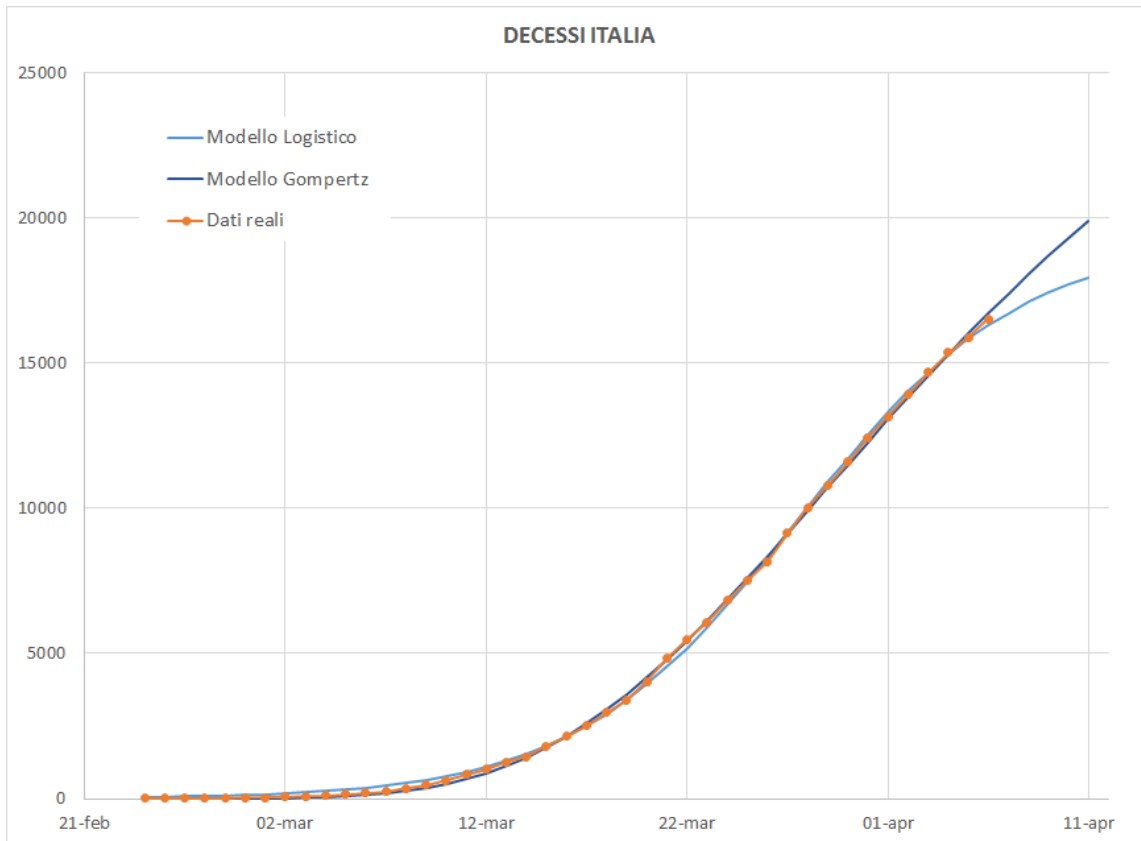


Figura 5: Decessi in Italia in coordinate lineari.

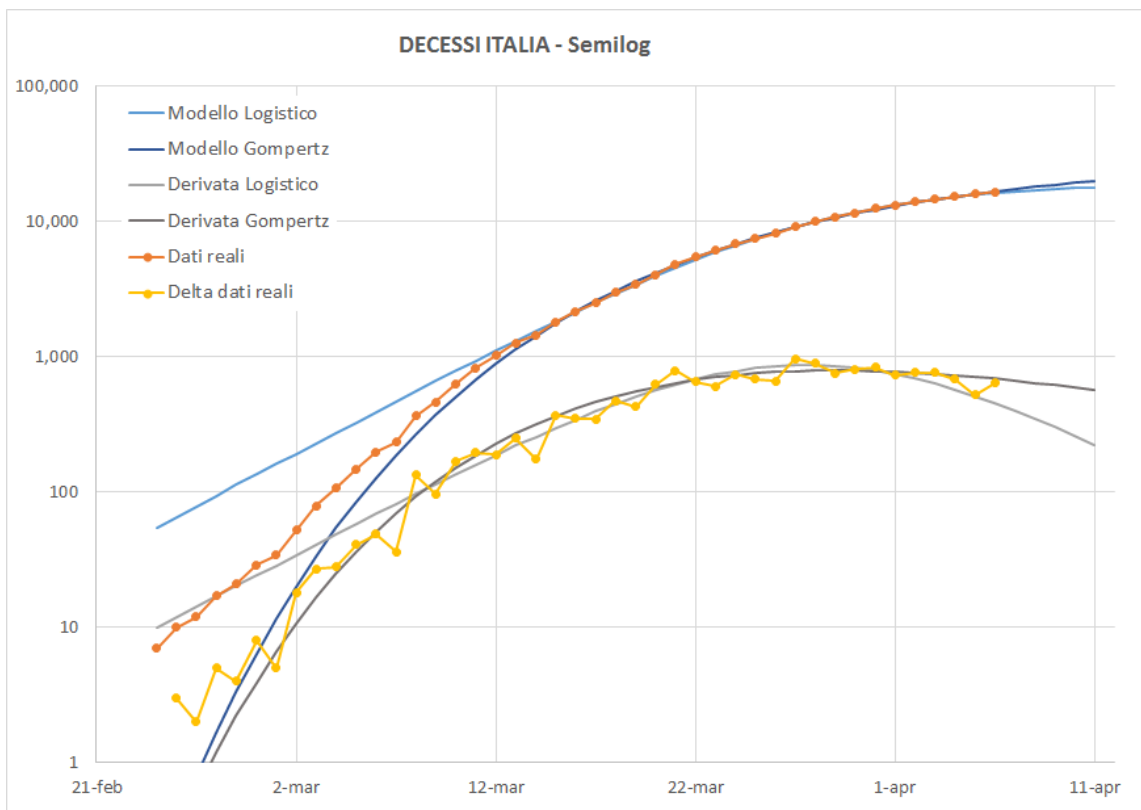


Figura 6: Decessi in Italia in coordinate semilogaritmiche (i.e. asse ordinate secondo potenze di 10). Le linee continue azzurra e blu mostrano l'andamento del modello logistico e di Gompertz. La spezzata arancione scura (linea e pallini) riporta i dati reali. Le linee continue grigio chiara e scura 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.

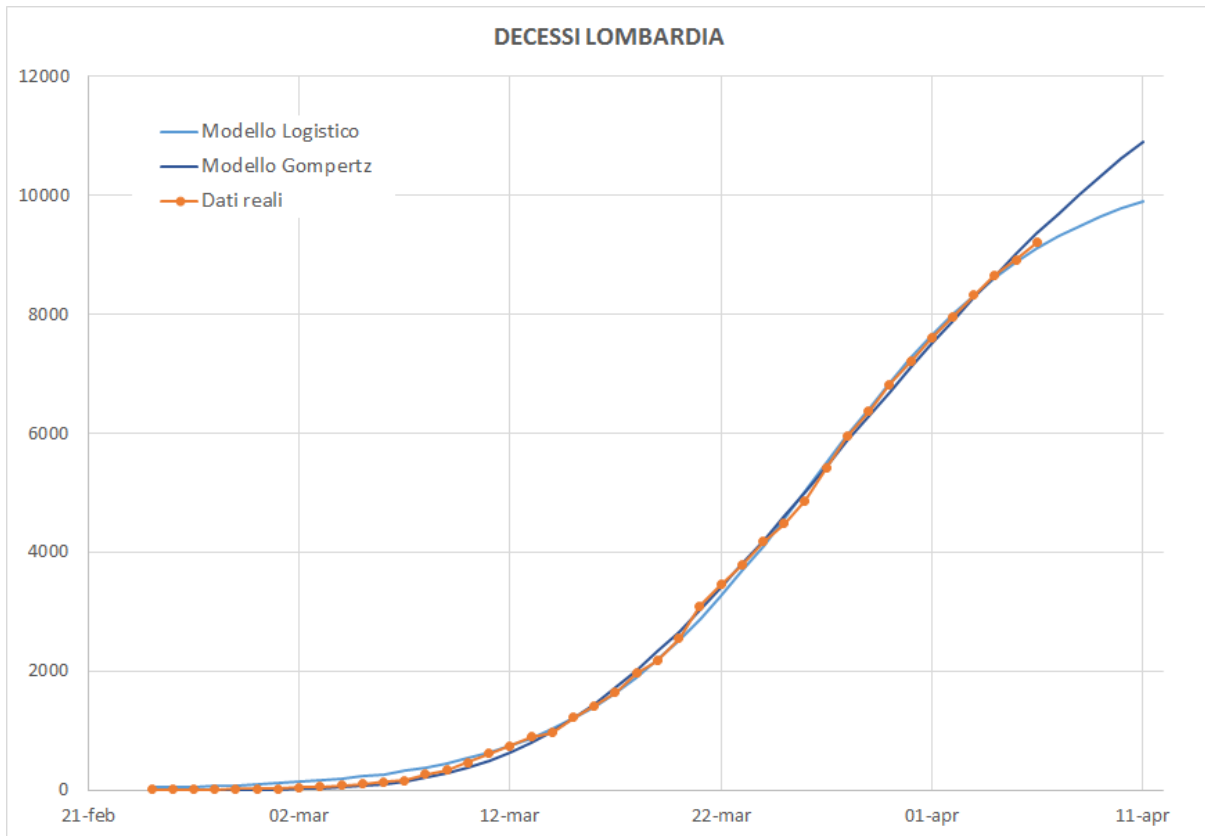


Figura 7: Decessi in Lombardia in coordinate lineari.

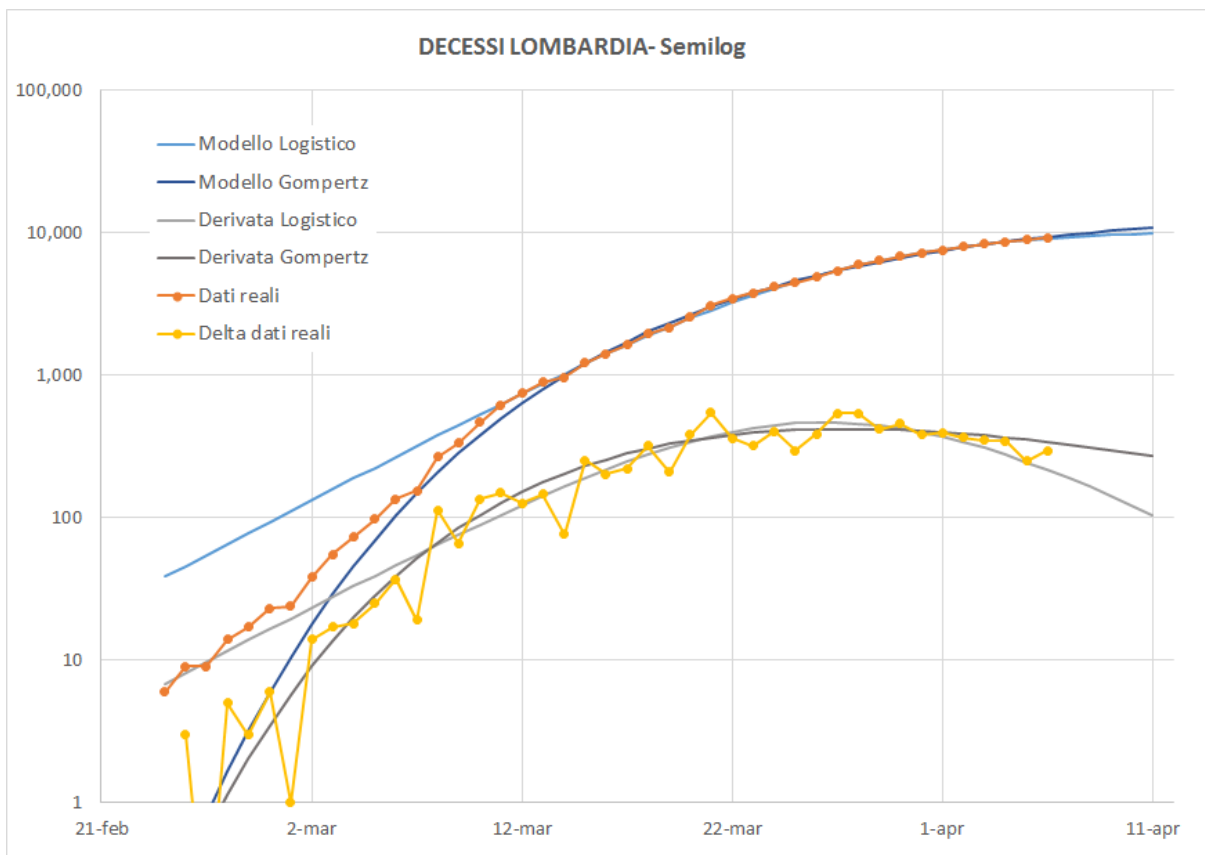


Figura 8: Decessi in Lombardia. Per i colori e significato delle curve vedasi quelli dettagliati in Figura 6.