

PANDEMIA COVID-19 - BOLLETTINO DEL 30 Marzo 2020 (giorno #38)

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	3,981	1,330	33.41%
Pazienti ICU ieri	3,906	1,328	34.00%
Incremento ICU rispetto al giorno precedente	75	2	2.67%
Tempo raddoppio fenomeno ICU	5 giorni e 23 ore	8 giorni e 3 ore	
Decessi oggi	11,591	6,818	58.82%
Decessi ieri	10,779	6,360	59.00%
Incremento rispetto al giorno precedente	812	458	56.40%

ITALIA - ICU	MODELLO #1	MODELLO LOGISTICO (abbastanza affidabile)	MODELLO GOMPERTZ (affidabilità da verificare)
Predizione per il giorno seguente	3,969	4,040	4,089
Incremento atteso rispetto al dato reale di oggi	-12	59	108
Il modello di ieri prevedeva per oggi	3,917	3,975	4,027
Errore % del modello di ieri rispetto ai dati reali di oggi	-1.61%	-0.15%	n.d.
Massimo numero di pazienti ICU in futuro (non affidabile)	n.d.	4,343	5,555
Data massimo incremento di pazienti ICU su base giornaliera (non affidabile)	n.d.	17/03/2020	17/03/2020
Data di metà cammino	n.d.	17/03/2020	21/03/2020
Data raggiungimento 98% condizione limite di pazienti ICU	n.d.	08/04/2020	30/04/2020

LOMBARDIA – ICU	MODELLO #1	MODELLO LOGISTICO (abbastanza affidabile)	MODELLO GOMPERTZ (affidabilità da verificare)
Predizione per il giorno seguente	1,317	1,342	1,352
Incremento atteso rispetto al dato reale di oggi	-13	12	22
Il modello di ieri prevedeva per oggi	1,320	1,343	1,353
Errore % del modello di ieri rispetto ai dati reali di oggi	-0.75%	0.98%	1.73%
Massimo numero di pazienti ICU in futuro (non affidabile)	n.d.	1,417	1,626
Data massimo incremento di pazienti ICU su base giornaliera (non affidabile)	n.d.	14/03/2020	12/03/2020
Data di metà cammino	n.d.	14/03/2020	16/03/2020
Data raggiungimento 98% condizione limite di pazienti ICU	n.d.	06/04/2020	22/04/2020

ITALIA – DECESSI	MODELLO #1	MODELLO LOGISTICO (abbastanza affidabile)	MODELLO GOMPERTZ (affidabilità da verificare)
Predizione per il giorno seguente	12,284	12,230	12,470
Incremento atteso rispetto al dato reale di oggi	693	639	879
Il modello di ieri prevedeva per oggi	11,504	11,431	11,662
Errore % del modello di ieri rispetto ai dati reali di oggi	-0.75%	-1.38%	0.61%
Data massimo incremento di decessi su base giornaliera (non affidabile)	28/03/2020	26/03/2020	02/04/2020
Data di metà cammino	n.d.	26/03/2020	08/04/2020
Data raggiungimento 98% condizione limite dei decessi	n.d.	15/04/2020	04/06/2020

LOMBARDIA - DECESSI	MODELLO #1	MODELLO LOGISTICO (abbastanza affidabile)	MODELLO GOMPERTZ (affidabilità da verificare)
Predizione per il giorno seguente	7,166	7,159	7,291
Incremento atteso rispetto al dato reale di oggi	348	341	473
Il modello di ieri prevedeva per oggi	6,719	6,702	6,831
Errore % del modello di ieri rispetto ai dati reali di oggi	-1.45%	-1.70%	0.19%
Data massimo incremento di decessi su base giornaliera (non affidabile)	28/03/2020	25/03/2020	01/04/2020
Data di metà cammino	n.d.	25/03/2020	07/04/2020
Data raggiungimento 98% condizione limite dei decessi	n.d.	15/04/2020	03/06/2020

Note

- I dati ICU fanno riferimento a pazienti ricoverati in terapia intensiva
- ICU = Intensive Care Unit
- In **BLU** i dati numerici reali (ossia misurati)
- In **ROSSO** i dati dei modelli previsionali
- In **VIOLA** i dati del modello logistico o comunque critici nella interpretazione
- n.d. = non disponibile

Commento risultati

Novità

Il Bollettino di oggi riporta sia per i posti in terapia intensiva che per i decessi un nuovo modello regressionale per la previsione dei dati. È il modello di Gompertz. Nei prossimi giorni sarà possibile comprendere quanto sia affidabile. In prima istanza appare sovrastimare significativamente 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). La curva di Gompertz sale inizialmente più lentamente, poi anticipa il momento di massima crescita (i.e. anticipa il punto di flesso rispetto alla curva logistica) e infine rallenta la salita verso valori più alti rispetto al modello logistico. È quindi decisamente più lento a raggiungere il valore massimo (i.e. asintoto orizzontale, plateau). Si consiglia estrema cautela e analisi critica delle stime proposte dal modello di Gompertz soprattutto nel periodo iniziale della sua adozione.

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.

Sezione pazienti ICU

L'incremento dei pazienti ICU in **Lombardia** è stato di soli 2 posti in più rispetto al giorno precedente.

Non ha più senso parlare di tempo di raddoppio del fenomeno dato che il fenomeno non ha natura esponenziale da ormai un elevato numero di giorni. Comunque tale dato viene ancora riportato solo per memoria storica e per mostrare un suo persistente incremento col passare dei giorni.

In Lombardia il flesso (punto di massima velocità di crescita, ossia massima pendenza) risulta essere stato raggiunto attorno al 12-14 Marzo. Il raggiungimento del numero massimo di pazienti ICU in regione è atteso per il 6 Aprile con un valore massimo asintotico atteso pari a 1417. A questo valore si affianca la stima conservativa del modello di Gompertz pari a 1626 posti ICU per il 22 Aprile.

Analogo discorso, caratterizzato da una dinamica progressivamente comparabile a quella della Lombardia, può essere fatto per l'**Italia** che mostra un leggero e costante tempo di ritardo. Il flesso risulta essere stato raggiunto il 17 Marzo. Il valore asintotico (ossia a plateau) è pari a 4343 pazienti ICU per l'Italia³ previsto per l'8 Aprile. A questo valore si affianca la stima conservativa del modello di Gompertz pari a 5555 posti ICU previsto per il 30 Aprile.

Per la terza volta il modello #1 prevede un calo dei posti di terapia intensiva in **Lombardia** rispetto al giorno precedente. Il modello logistico invece prevede un lieve aumento pari a 12 posti letto ICU. Il modello di Gompertz infine prevede un incremento di 22 posti letto ICU.

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.

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 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 individuata dai tre modelli, relativa alla data in cui si stima

sia stato raggiunto il massimo incremento di decessi su base giornaliera, si sta riducendo per i modelli #1 e logistico. Solo il modello di Gompertz stima che la massima crescita di decessi su base giornaliera debba essere ancora raggiunta (tra pochi giorni, 2 Aprile per Italia e 1 Aprile per Lombardia). La differenza di stima del raggiungimento del plateau (i.e. asintoto finale) è estremamente differente per i due modelli logistico e di Gompertz. 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 sia per l'Italia che per la Lombardia. Stima che rimane ancora conservativa ossia per eccesso.

Note ulteriori

¹Il fenomeno ha abbandonato l'andamento puramente esponenziale ed è ora descritto da una curva logistica (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 è che regredisce molto bene i dati sperimentali ma a causa dei tre parametri adattivi che la caratterizzano è estremamente 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.

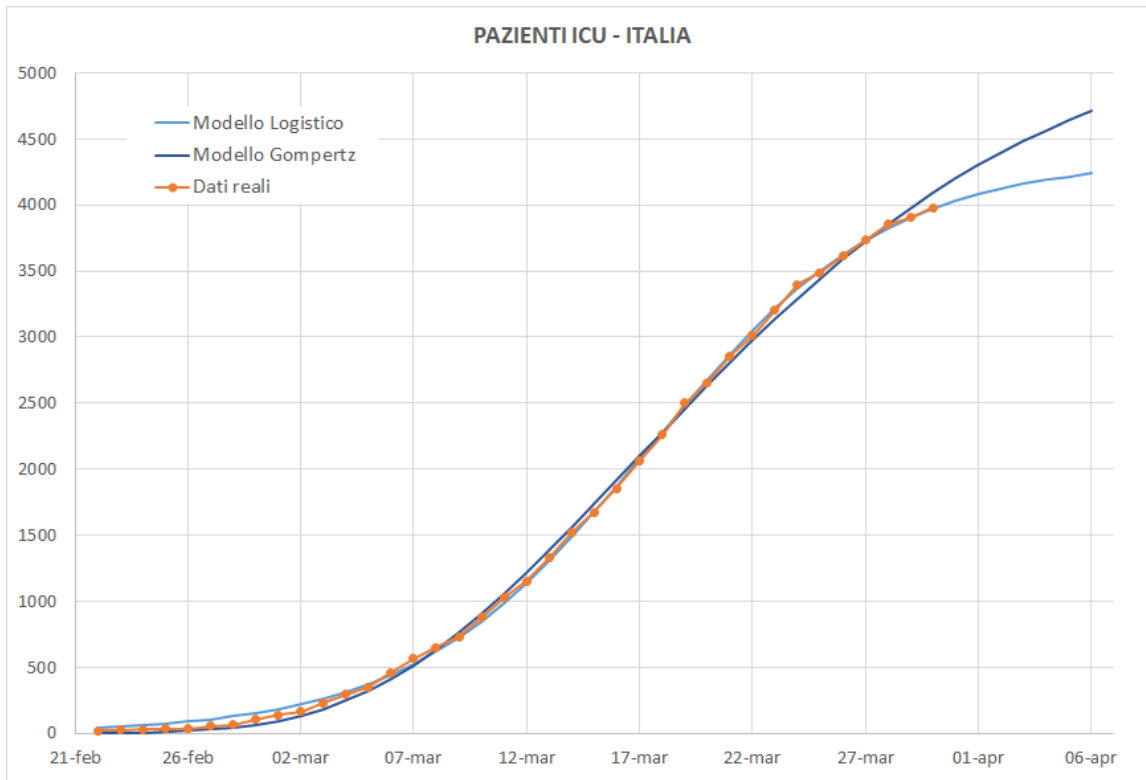


Figura 1: Pazienti ICU in Italia in coordinate lineari.

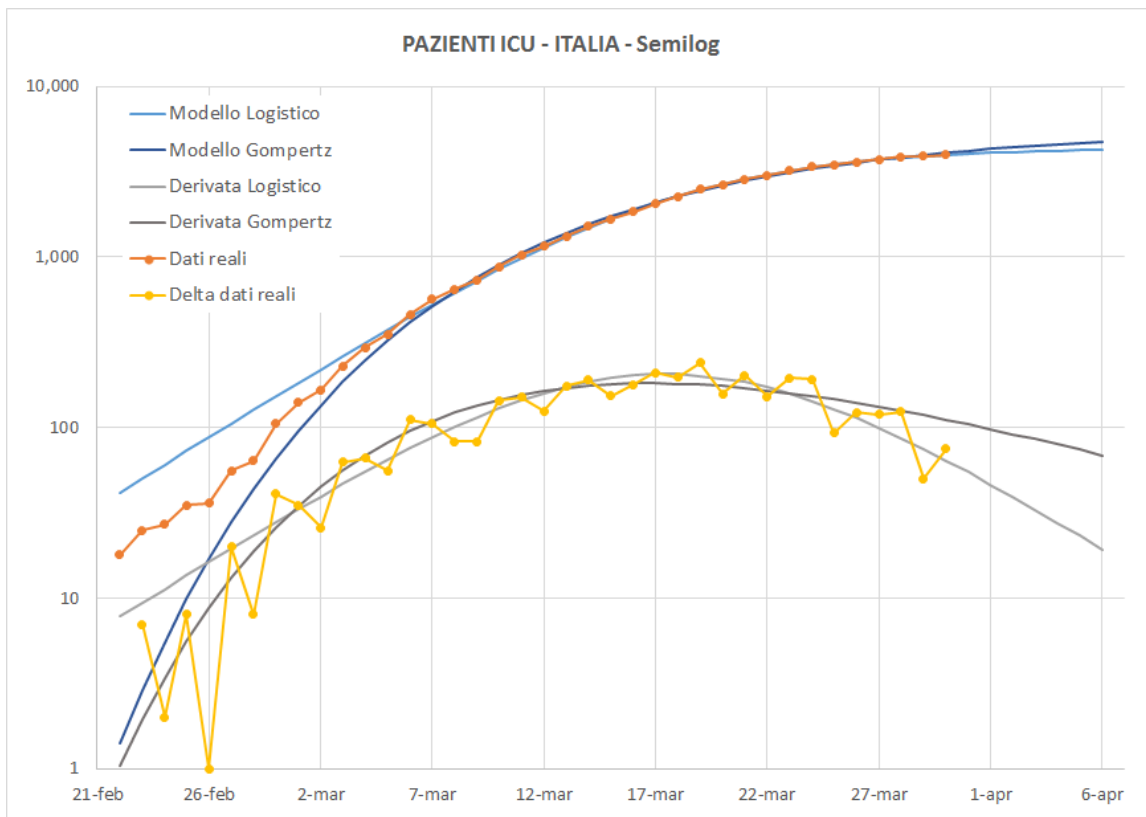


Figura 2: Pazienti ICU in Italia in coordinate semilogaritmiche (i.e. asse ordinate secondo potenze di 10). Le linee continue azzurra e blu mostrano l'andamento del modello logistico e di Gompertz. La spezzata arancione scura (linea e pallini) riporta i dati reali. Le linee continue grigio chiara e scura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

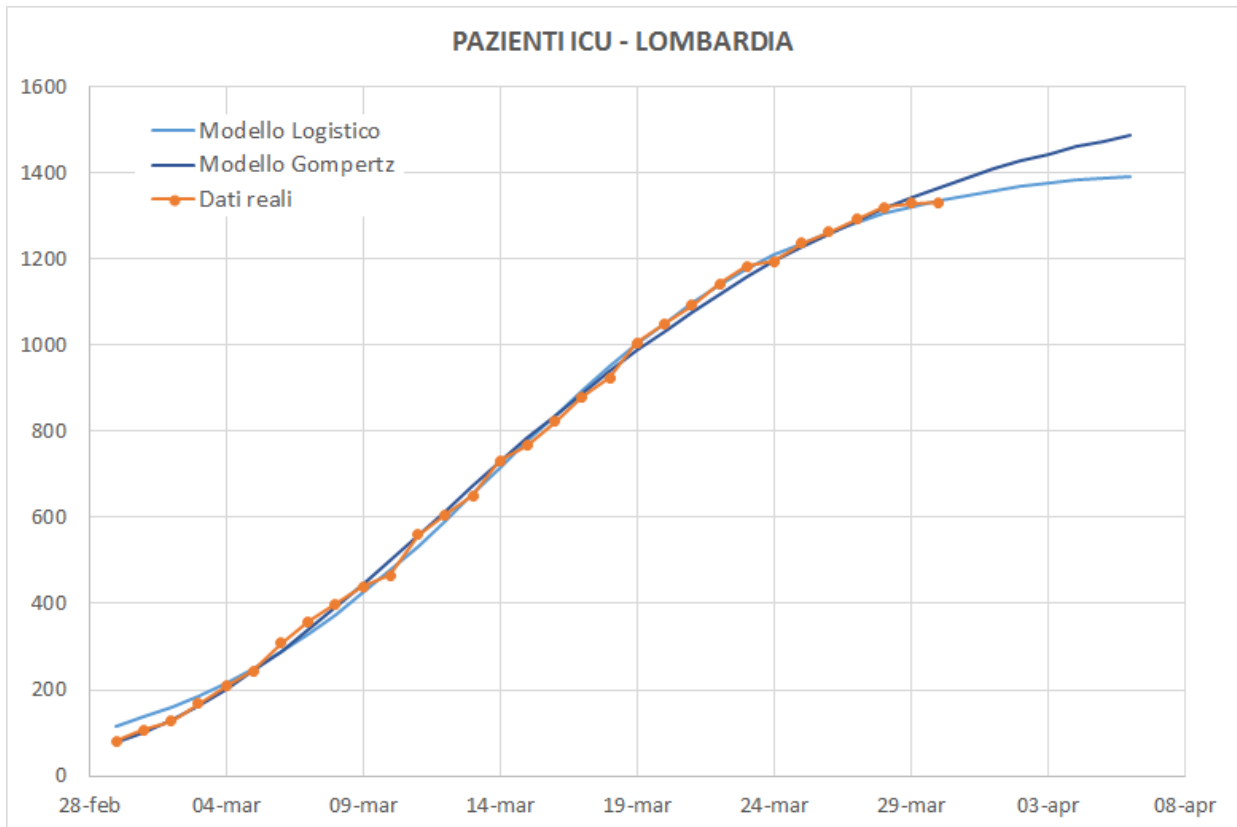


Figura 3: Pazienti ICU in Lombardia in coordinate lineari.

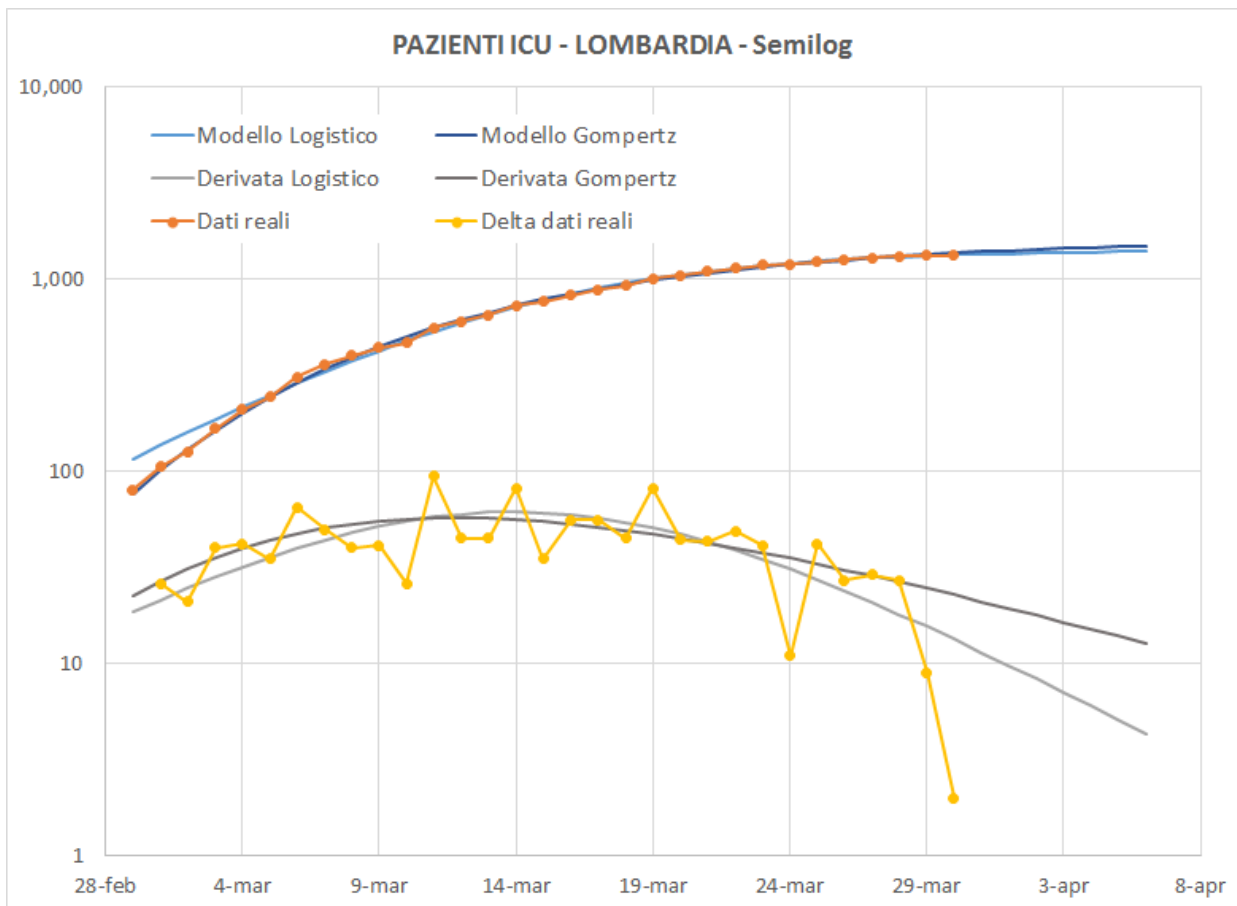


Figura 4: Pazienti ICU in Lombardia. Per i colori e significato delle curve vedasi quelli dettagliati in Figura 2.

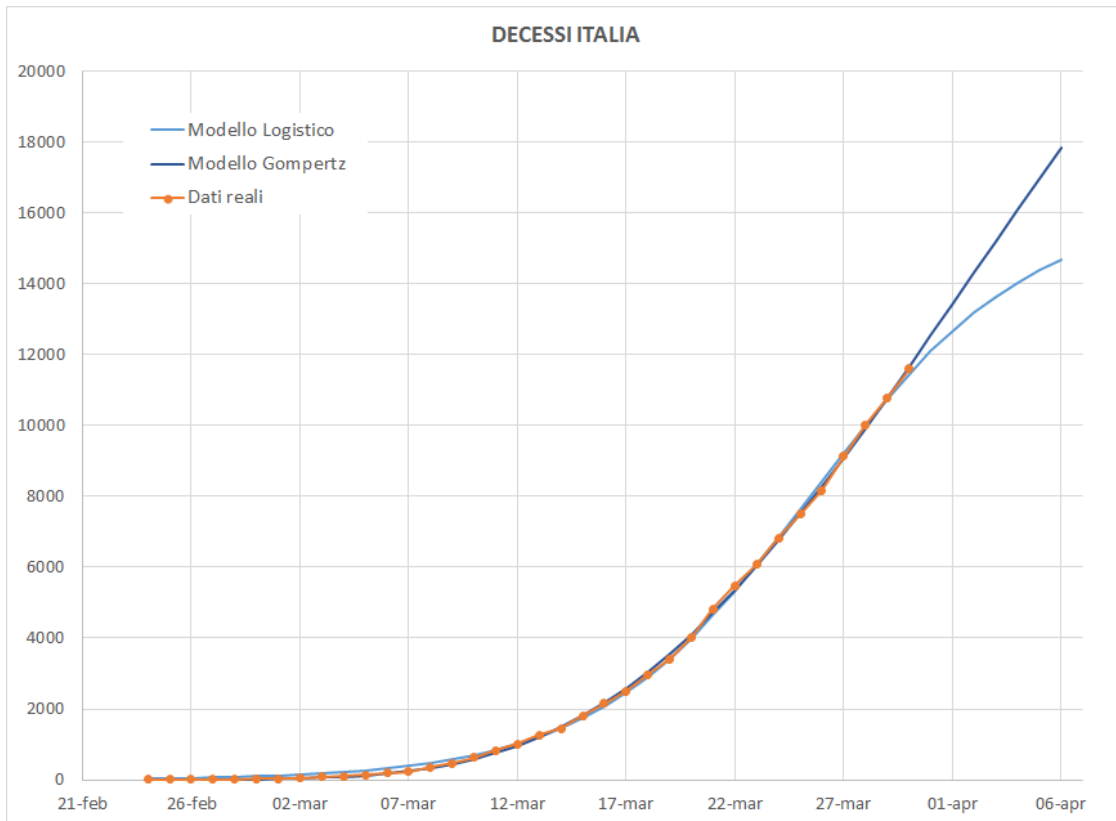


Figura 5: Decessi in Italia in coordinate lineari.

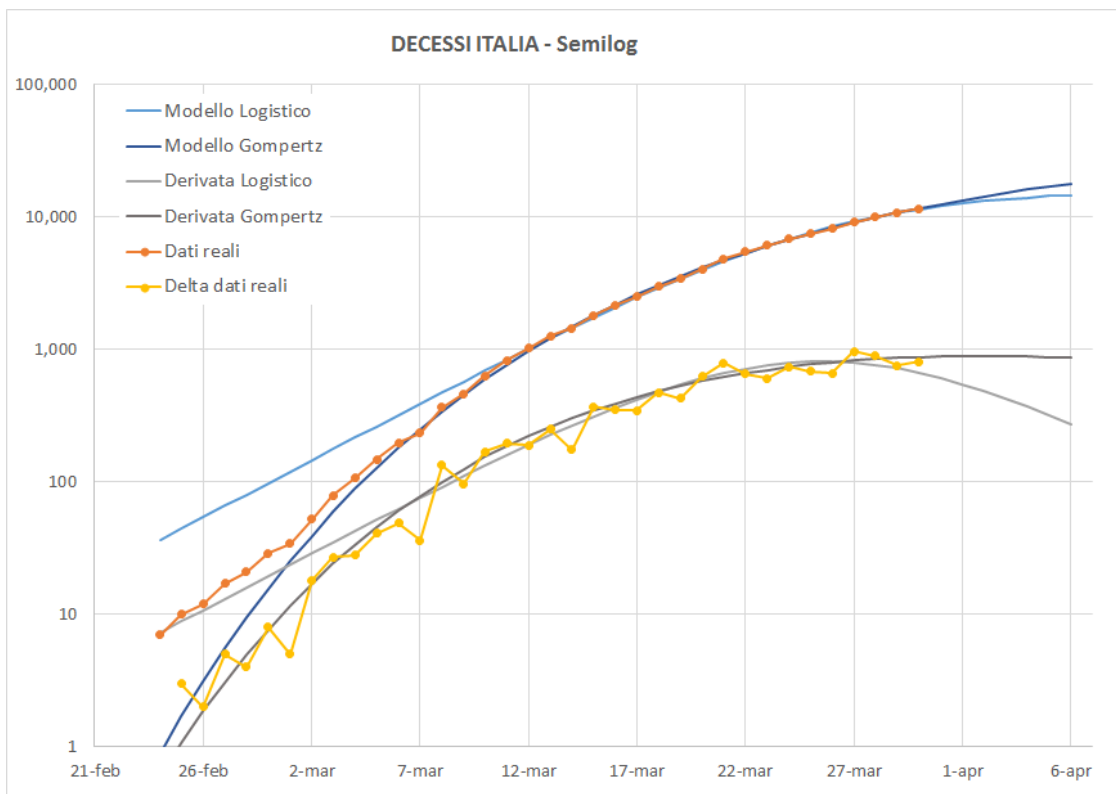


Figura 6: Decessi in Italia in coordinate semilogaritmiche (i.e. asse ordinate secondo potenze di 10). Le linee continue azzurra e blu mostrano l'andamento del modello logistico e di Gompertz. La spezzata arancione scura (linea e pallini) riporta i dati reali. Le linee continue grigio chiara e scura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

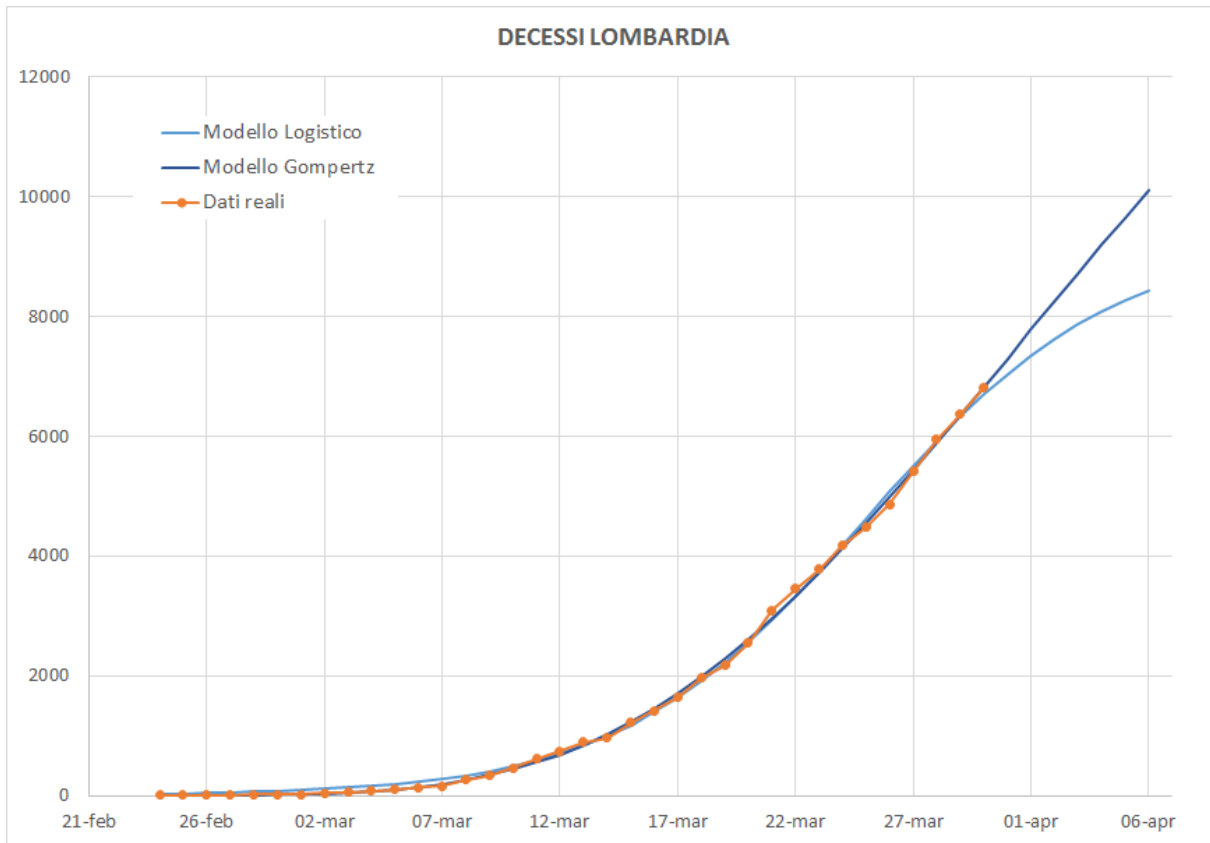


Figura 7: Decessi in Lombardia in coordinate lineari.

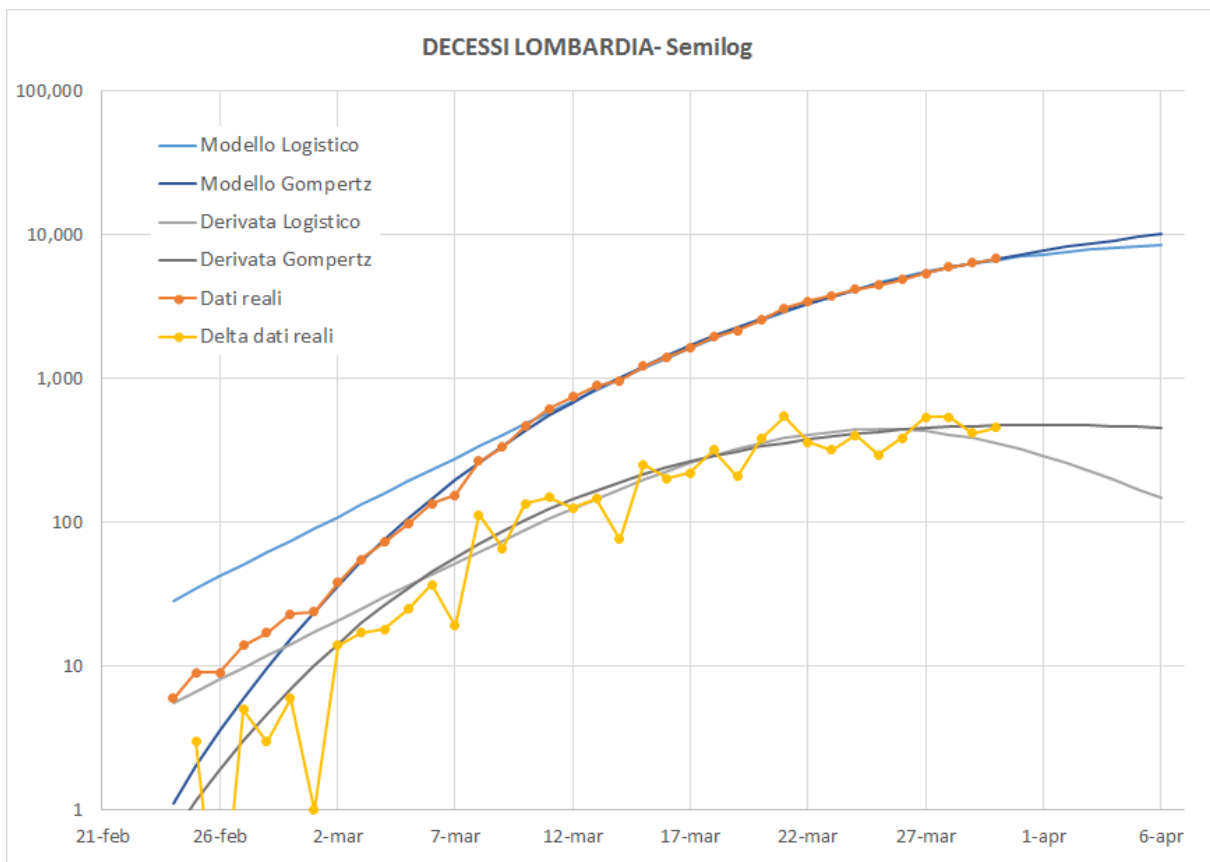


Figura 8: Decessi in Lombardia. Per i colori e significato delle curve vedasi quelli dettagliati in Figura 6.