

## Considerazioni sull'evoluzione in corso dell'epidemia da nuovo coronavirus SARS-nCOV-2 in Italia.

*Enrico M. Bucci – SHRO, Temple University – Philadelphia*

*Enzo Marinari, Dipartimento di Fisica, Università “La Sapienza” - Roma*

Si ringrazia per i preziosi suggerimenti e per la revisione di questo testo il prof. Giorgio Parisi, presidente dell'Accademia Nazionale dei Lincei

### INTRODUZIONE

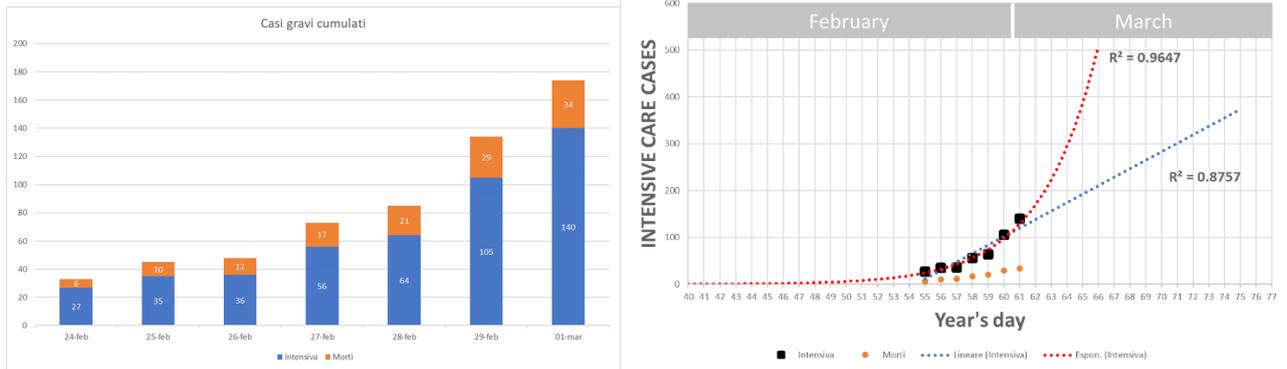
Nel febbraio 2020 è stato identificato nel Nord Italia un focolaio di infezione da coronavirus SARS-nCOV-2, le cui proporzioni suggeriscono un notevole stato di avanzamento pregresso al momento dell'identificazione del primo paziente (20 febbraio). A partire da tale data è stato rilevato giornalmente un numero sempre crescente di casi di infezione, tanto da superare in dieci giorni il numero di mille soggetti trovati infetti.

La strategia di campionamento dei soggetti da sottoporre a test è stata inizialmente difforme sul territorio nazionale. Il Veneto, ad esempio, ha campionato su base geografica (cerchi concentrici intorno ai comuni della regione e in qualche caso intorno agli ospedali), mentre altre regioni hanno invece campionato soprattutto sulla base della possibilità di infezione connessa alla prossimità con casi già noti. La strategia è stata successivamente trasformata ed unificata, e si è modificata in un campionamento dei soli soggetti sintomatici.

Esiste tuttavia almeno un dato che, per ovvie ragioni, non è affetto dalle differenze di campionamento illustrate, consistente nel numero cumulato di soggetti sottoposti a terapia intensiva. Questo vale anche per il numero di decessi, il quale tuttavia, essendo fortunatamente ancora molto piccolo, è soggetto a maggiori fluttuazioni statistiche nella sua evoluzione giornaliera.

### ANALISI

Il numero di morti cumulato ed il numero di pazienti in terapia intensiva cumulato sono stati ottenuti grazie alle comunicazioni della protezione civile che, a far data dal 24 febbraio, hanno aggiornato gli italiani sull'andamento dell'epidemia. L'evoluzione di questi due numeri, a partire dal 24 febbraio, è rappresentata nei due grafici seguenti.

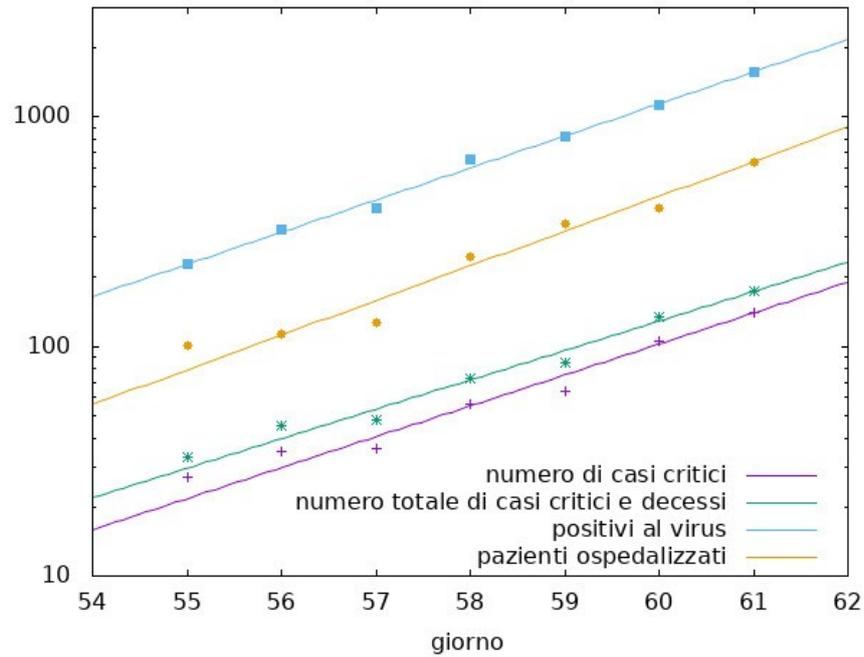


Come è possibile notare nel grafico di destra, dove sull'asse delle ascisse è riportato il numero di giorni trascorso dall'inizio dell'anno, l'evoluzione nel tempo del numero di individui in gravi condizioni è approssimata al meglio da una curva esponenziale, con un tempo di raddoppio vicino ai 2,6 giorni (per confronto, è riportata nel grafico anche una estrapolazione lineare dei dati). Il tempo di raddoppio coincide con il tempo caratteristico dell'andamento esponenziale moltiplicato per il valore  $\log(2)$ , uguale circa a 0.69.

Estendendo in avanti ai prossimi giorni l'extrapolazione esponenziale, che gli indicatori statistici mostrano affidabile (certamente e soltanto su tempi abbastanza brevi), e molto più attendibile di un comportamento lineare o a potenza, si nota come il numero di posti letto richiesti in terapia intensiva cresca rapidissimamente nella prima settimana di marzo, configurando una situazione di ovvia crisi per le strutture sanitarie del territorio, poiché potrebbero essere richiesti almeno 350 posti letti in terapia intensiva entro il 5 marzo (ed ancora di più successivamente).

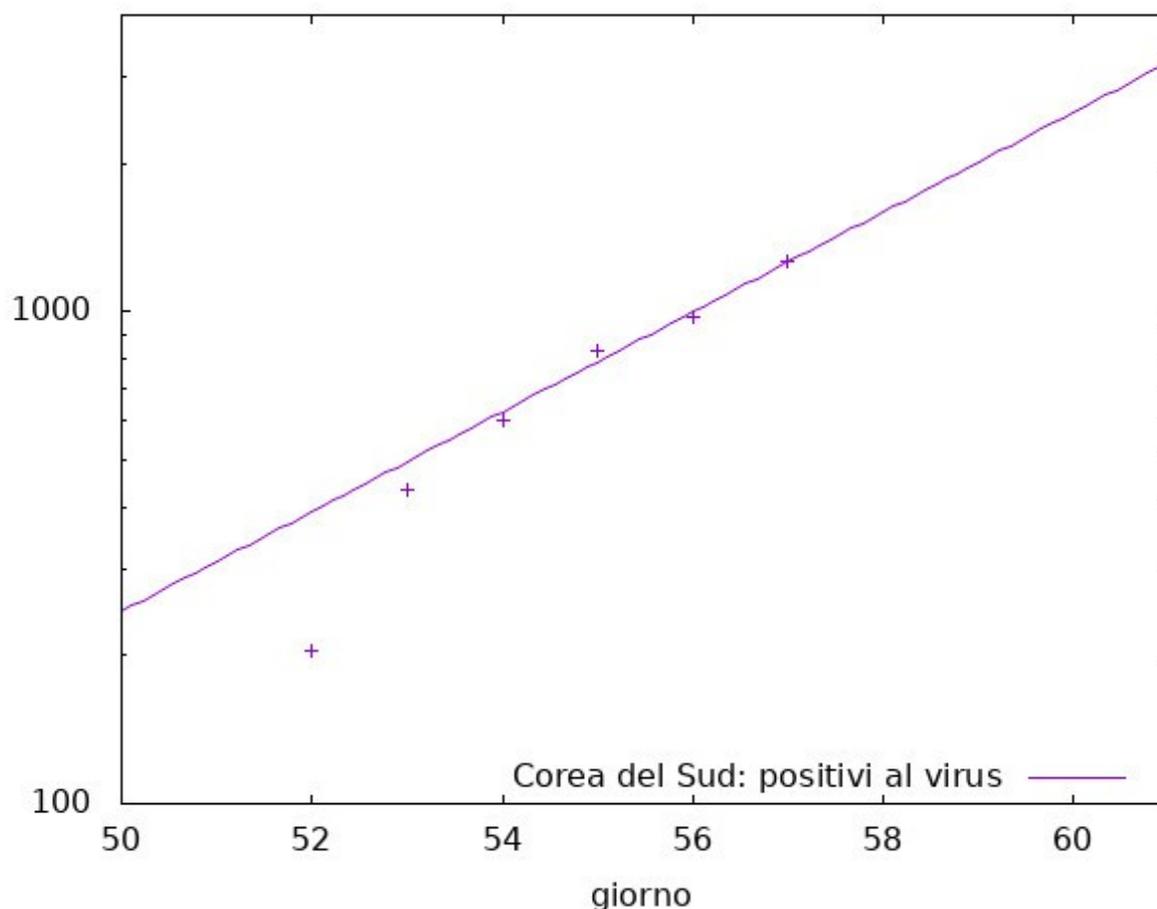
Analizzando invece retrospettivamente la curva esponenziale ottenuta, si ottiene che i primi casi gravi dovrebbero essere emersi in una data prossima al 10 febbraio, il che, considerando il rapporto fra casi gravi ed infetti e i tempi di evoluzione della sintomatologia dalla infezione, suggerisce che l'epidemia attualmente in corso non può essere iniziata in una data posteriore all'ultima decina di giorni di gennaio (con la possibilità che sia iniziata anche prima, nel caso la rivelazione di casi gravi in località diverse da quelle attualmente monitorate sia sfuggita).

Per analizzare l'evoluzione dei casi gravi e stabilire se sia coerente con quella del totale dei casi ospedalizzati e con quella del totale dei pazienti trovati infetti, è possibile ripetere l'extrapolazione. Con questa analisi si ottengono curve che, a meno di una costante di scala, hanno lo stesso comportamento. In tutti i casi analizzati l'analisi che implica uno sviluppo esponenziale è preferita a una legge a potenza.



Il grafico riportato sopra ha una asse orizzontale in scala lineare e un asse verticale in scala logaritmica. Un andamento esponenziale ( $\exp(a \cdot (t-t_0))$ ) risulta quindi, su questo grafico, una linea retta. Come si vede le quattro serie di valori sono tutte pienamente compatibili con un andamento esponenziale dei giorni osservati. Il valore del chi quadro per grado di libertà è sempre di ordine uno, e il tempo di raddoppio risulta, per i quattro casi analizzati, sempre compreso fra 1.9 e 2.6 giorni.

La tendenza osservata per l'Italia può essere confrontata con lo sviluppo epidemico osservato in Corea del Sud, dove la struttura di età della popolazione e il livello di assistenza sanitaria sembrano paragonabili a quelli italiani.



Nel grafico riportato sopra mostriamo un fit esponenziale ai valori del numero di pazienti positivi al virus. I primi due giorni non possono essere inclusi perché cumulano casi dei giorni precedenti. Il fit fatto partendo dal giorno 54 incluso dà risultati molto simili a quello che si ottiene per l'Italia: il chi quadro per grado di libertà è di ordine uno, il tempo di raddoppio di 3,0 giorni, e emerge un ritardo comparabile a quello notato in Italia. Anche qui l'effetto di diffusione del virus va retrodatato in modo adeguato.

Da quel che abbiamo illustrato, in conclusione, è evidente che in Nord Italia è in questo momento in pieno sviluppo una epidemia nella sua iniziale fase di crescita esponenziale, crescita sulla quale non si riflettono ancora gli effetti delle misure di contenimento messe in atto - effetti la cui efficacia potrà essere valutata non prima di una settimana, dati i tempi di incubazione e di sviluppo della carica virale nei soggetti di nuova infezione.

#### RACCOMANDAZIONI

Contrariamente a quanto ventilato in qualche sede, l'epidemia in corso è ancora nella sua fase iniziale, come sembra evidente dalle considerazioni sopra riportate. Pertanto, lungi dall'abbandonare le misure di mitigazione necessarie, in questo momento è più che mai opportuno proseguire secondo le seguenti raccomandazioni:

- a. Soprattutto in Lombardia, Veneto occidentale ed Emilia-Romagna del nord e soprattutto nelle grandi città come Milano e quelle dove ci sono un numero di casi importanti come ad esempio Savona, il numero medio di possibili contatti potenzialmente produttivi (distanza tra un soggetto infetto ed uno non infetto minore di due metri) deve essere contenuto al minimo. Ciò significa in massima parte diminuire la frequenza di tutti i contatti involontari con un gran numero di estranei: a questo proposito si è giustamente sottolineato il ruolo del telelavoro, della diminuzione degli spostamenti non necessari, dell'evitare gli assembramenti, del prolungamento della chiusura delle scuole. Sebbene queste misure non possano, alla lunga, impedire la diffusione del contagio, possono ovviamente abbattere il numero di nuovi contagi giornalieri, dando modo di non sovraccaricare il sistema sanitario di pazienti anche gravi. Ampliare dove opportuno l'estensione geografica della zona rossa, e, dove necessario, rendere più prescrittive le indicazioni di quarantena potrebbe, in questo senso, probabilmente salvare delle vite.
- b. L'attuale sistema di rilevazione delle nuove infezioni, che comporta un test PCR locale e la sua conferma a livello centrale, rischia di essere ben presto sovraccaricato, anche restringendo ai soli pazienti sintomatici l'esecuzione del test. Poiché, ai fini della previsione dello sviluppo dell'epidemia, è vitale mantenere un flusso di informazioni diagnostiche di buona qualità, si suggerisce di spostare la conferma di secondo livello da poche sedi centrali alle stesse sedi periferiche, che potrebbero scambiare tra loro i campioni da confermare.
- c. La comunicazione ai cittadini deve avere l'obiettivo di spiegare come il rischio individuale di conseguenze serie resti mediamente basso nelle zone più colpite e pressoché nullo nel resto del paese. Tuttavia tale piccolo rischio, moltiplicato per il numero di individui esposti al virus, è rapidamente in grado di saturare le nostre risorse sanitarie, rendendo difficile favorire la guarigione dei casi critici e mettendo a rischio la salute di chi è ricoverato anche per altri motivi. La comunicazione istituzionale e di massa deve quindi richiamare fortemente la responsabilità individuale dei cittadini all'applicare tutte le misure suggerite, ed in primis quella dell'innalzamento di opportune barriere sociali di cui al punto precedente per coloro che si trovano nelle regioni che ospitano focolai accertati e soprattutto nelle grandi città di queste regioni.