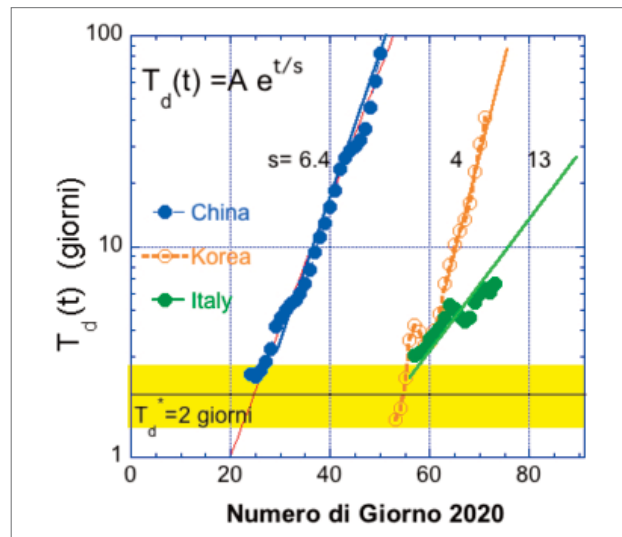

Sul controllo della crescita della diffusione della pandemia Covid-19 e la strategia delle misure di contenimento in Italia



Antonio Bianconi - Augusto Marcelli - Gaetano Campi - Andrea Perali

superstripes press



Sul controllo della crescita della diffusione della pandemia Covid-19 e la strategia delle misure di contenimento in Italia

**Antonio Bianconi
Augusto Marcelli
Gaetano Campi
Andrea Perali**

superstripes press



science series

Science Series N.18

Titolo: Sul controllo della crescita della diffusione della pandemia Covid-19 e la strategia delle misure di contenimento in Italia

Pubblicato 15 Marzo 2020

by Superstripes Press, Roma, Italia

<https://www.superstripes.net/superstripes-press>

© 2020 Superstripes onlus

© 2020 Antonio Bianconi, Augusto Marcelli, Gaetano Campi, Andrea Perali

ISBN 978-88-6683-117-4

ISBN-A 10.978.886683/1174



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.
To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Grafica: Paolo Alberti

Sul controllo della crescita della diffusione della pandemia Covid-19 e la strategia delle misure di contenimento in Italia

Antonio Bianconi^{1,2,3*}, Augusto Marcelli^{1,4}, Gaetano Campi^{1,2}, Andrea Perali^{1,5}

¹Rome International Centre Materials Science Superstripes RICMASS via dei Sabelli 119A, 00185 Rome, Italy

²Institute of Crystallography, CNR, via Salaria Km 29.300, Monterotondo Stazione, Roma I-00016, Italy

³National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), 115409 Moscow, Russia

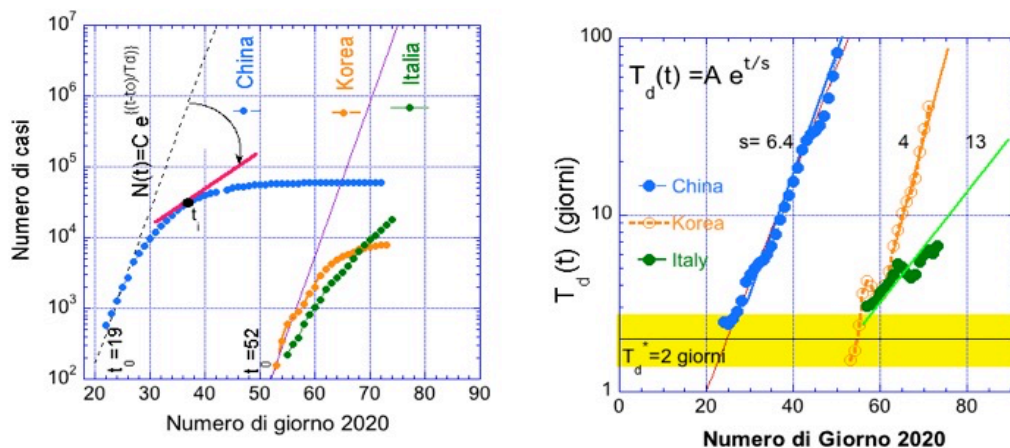
⁴INFN - Laboratori Nazionali di Frascati, 00044 Frascati (RM), Italy

⁵School of Pharmacy, Physics Unit, Università di Camerino, 62032 Camerino (MC), Italy

(ricevuto 15 marzo 2020) * email: antonio.bianconi@ricmass.eu

Molti ricercatori nel mondo sono da diverse settimane impegnati nella determinazione quantitativa delle leggi statistiche che descrivono la diffusione della pandemia dovuta al virus SarsCOV-19 nel mondo. Qui ci concentreremo sul processo che si sta osservando in Italia sulla base di "dati verificati" rilasciati dall'Istituto Superiore di Sanità e dal dipartimento della Protezione civile italiana che ha deciso di applicare una politica di contenimento. Questi dati sono uno strumento essenziale per la comunità scientifica per comprendere il processo e determinare la legge matematica della crescita del contagio.

L'analisi della progressione del virus nel nostro paese con "dati verificati" è stata paragonata alle funzioni di crescita del contagio in Cina e Corea del Sud, paesi i cui governi hanno scelto la politica della trasparenza e del contenimento del contagio mediante l'isolamento della popolazione e altre misure restrittive sulla circolazione delle persone. La dinamica nel tempo in questi paesi mostra l'universalità delle leggi di crescita. In un primo intervallo di tempo (detto "sotto soglia") si osservano eventi sparsi e una crescita irregolare con un numero limitato di persone contagiate.



(a)

(b)

Figura 1. a) Numero dei casi di contagio presenti in un giorno del 2020 in Cina (blu), Corea del Sud (arancione) Italia (verde). La curva di ogni paese è caratterizzata da un giorno t_0 ove il sistema transisce dal regime "sotto soglia" al regime esponenziale della pandemia. Le tre curve di crescita mostrano un andamento con una crescita arrestata o frustrata per effetto delle misure di contenimento. Abbiamo trovato che le curve di crescita seguono la regola di Ostwald tipica dei sistemi complessi non omogenei con "domain walls" o "topological solitons" che rallentano la crescita, generando una funzione di crescita con un tempo di raddoppiamento t_d che cambia ogni giorno. Nel pannello (b) si mostra l'evoluzione del tempo di raddoppiamento nei tre paesi. Questo mostra scalini in tutte le curve, fenomeno dovuto probabilmente alla presenza di diversi centri di nucleazione. Il fattore "s" dà una misura dell'efficacia rispetto al tempo delle misure di contenimento.

In un secondo periodo che parte nel giorno t_0 che identifichiamo come "critico", la legge di crescita diventa regolare e per $t > t_0$ mostra la tipica legge esponenziale attesa per una pandemia che è simile in tutti i tre paesi e che ha un tempo di raddoppiamento t_d di circa due giorni ($1.5 < t_{d0} < 3$). Nel caso di un'evoluzione libera, senza introdurre misure di contenimento, il numero delle persone contagiate raddoppierebbe dunque in meno di tre giorni. In queste condizioni si raggiungerebbero circa 10 milioni di persone contagiate in un periodo di 3 settimane.

Le politiche di controllo della pandemia messe in essere dall'Italia, dalla Cina e dalla Corea del Sud sono riuscite a modificare il fenomeno di espansione che può essere descritto con una legge di crescita arrestata o frustrata, già osservata dal nostro gruppo di ricerca in materiali quantistici¹ e tipica dei sistemi complessi^{2,3}. Questo processo di crescita non segue, infatti, la legge standard di Kolmogorov, ma la regola di Ostwald⁴ dove nel volgere del tempo una fase si trasforma in un'altra fase metastabile con un'energia libera simile a quella che si osserva in molti processi di cristallizzazione di proteine⁵ e di ossidi⁶.

In questi tre paesi il tempo di raddoppiamento cresce giorno dopo giorno mostrando l'efficacia e il successo dell'adozione di misure di contenimento. Più velocemente aumenta il tempo di raddoppiamento più efficace si dimostra la strategia adottata.

Come si vede nella figura 1 a sinistra, il rallentamento della velocità di crescita del contagio, è misurato dal valore crescente di T_d in funzione del tempo. Il numero N dei contagi rimane sempre inferiore a quello che si sarebbe osservato nel caso della crescita esponenziale non governata. L'obiettivo rimane quello di raggiungere nel più breve tempo possibile la fase con zero o poche persone contagiate al giorno, che si osserva ora a Wuhan e che corrisponde a un tempo di raddoppio T_d infinito. Quest'obiettivo è evidentemente già stato raggiunto in Cina e in altre regioni, dove sono state adottate subito forti misure di contenimento.

Per quantificare il successo di queste misure mostriamo nella figura a sinistra il valore del tempo di raddoppio in funzione del tempo che per l'Italia corrisponde alla curva verde, confrontata con l'andamento cinese (blu) e quello coreano (arancione). Come si vede, anche se in misura differente, le tre diverse politiche di contenimento hanno avuto successo e si può apprezzare dalla seconda figura la diversità e il diverso impatto di queste strategie.

La Corea sembra potrà raggiungere l'obiettivo in un tempo più breve e quest'andamento si può quantificare con il parametro s che deve essere il più piccolo possibile per raggiungere l'obiettivo di zero persone contagiate al giorno nel minor tempo possibile. Adesso abbiamo $s=4$ per la Corea del Sud, $s=6$ per la Cina mentre per l'Italia al 15 marzo 2020 il parametro $s=13$.

È importante cercare di capire perché l'andamento in Corea del Sud è migliore anche rispetto a quello cinese che comunque ha raggiunto quest'obiettivo. Nello stesso intervallo temporale la Corea del Sud ha fatto oltre 250 mila tamponi (0.5% della sua popolazione) individuando rapidamente un gran numero di contagi asintomatici che sono stati posti in quarantena.

L'approccio coreano si potrebbe applicare anche in Italia, e crediamo che il governo, la Protezione Civile e le strutture sanitarie debbano promuovere e rendere possibile l'uso di questa pratica nel nostro paese e, attraverso il Ministero degli Esteri, suggerire di applicarlo in tutta Europa. A favore dei test di massa nella fase attuale si sono espressi numerosi esperti e istituzioni mediche. Fare i tamponi solo alle persone con sintomi è purtroppo una strategia non completamente efficace e ancora incomprensibilmente presente nelle linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità.

Concludiamo ponendo l'accento che l'analisi mostra chiaramente i rischi che le politiche di "non contenimento" espongono i cittadini. Pensiamo soprattutto alle migliaia di persone che vivono in paesi come il Regno Unito che ancora non hanno adottato forti misure di contenimento. In questo caso tutta la popolazione è esposta a un rischio inaccettabile.

1. Poccia, N., Fratini, M., Ricci, A., Campi, G., Barba, L., Vittorini-Orgeas, A., ... & Bianconi, A. Evolution and control of oxygen order in a cuprate superconductor. *Nature materials*, 10(10), 733-736 (2011).

2. Bray, A. J. Coarsening dynamics of phase-separating systems. *Mathematical, Physical and Engineering Sciences* **361**, 781-792 (2003). Bray, A. J. (2002). Theory of phase-ordering kinetics. *Advances in Physics*, *51*(2), 481-587,
3. Puri, S. & Wadhawan V. "Kinetics of phase transitions" edited by CRC Press, Boca Raton (2009); see there Zanetti M, Aging in domain growth in p. 153
4. Ostwald, W. Lehrbuch der Allgemeinen Chemie (*W. Engelmann, Leipzig, 1886*), Vol. 2.
5. Streets, A. M. & Quake, S. R. Ostwald ripening of clusters during protein crystallization. *Physical Review Letters* **104**, 178102+ (2010).
6. Chung, S.-Y., Kim, Y.-M., Kim, J.-G. & Kim, Y.-J. Multiphase transformation and Ostwald's rule of stages during crystallization of a metal phosphate. *Nature Physics* **5**, 68-73 (2008).