

Estimación de la demanda máxima de camas en UCI para el brote de COVID-19 en algunas regiones de Chile y los efectos de las diferentes estrategias de mitigación

Report #4: Estimation of maximal ICU beds demand for COVID-19 outbreak in some Chilean regions and the effects of different mitigation strategies. 14 de abril 2020.

– RESUMEN –

Autores: Alonso Cancino, Carla Castillo, Taco de Wolff, Pedro Gajardo, Rodrigo Lecaros, Claudio Muñoz, Jaime Ortega, Héctor Ramírez, Nicolás Valenzuela.

Instituciones: Centro de Modelamiento Matemático - CMM (Universidad de Chile), Grupo de Análisis y Modelamiento Matemático de Valparaíso - AM2V (Universidad Técnica Federico Santa María), Centro de Epidemiología y Políticas de Salud - CEPS (Universidad del Desarrollo)

Resumen. En este documento estimamos la capacidad máxima de camas en la UCI (unidad de cuidados intensivos) requerida por cuatro regiones chilenas (Arica, Ñuble, Araucanía, Magallanes) durante el brote de COVID-19. Para ello, utilizamos el modelo epidemiológico compartimentado introducido en el Reporte #2 [4] con el fin de simular los efectos de las estrategias presentadas en nuestro anterior Reporte #3 [5]: cuarentena y la estrategia consistente en el rastreo de contactos y el aislamiento.

Advertencia

Este informe ha sido escrito bajo la urgencia debido a la actual situación de brote de COVID-19 en Chile. Su objetivo es presentar algunas herramientas de modelación matemática y sus correspondientes predicciones, ayudando a justificar importantes decisiones de los responsables políticos. Este material seguramente mejorará durante las próximas semanas, con la adición de más datos y los correspondientes intercambios científicos con colegas. A este respecto, algunas proyecciones inferidas por este reporte pueden contener inexactitudes relacionadas con los aspectos científicos desconocidos de la enfermedad recién surgida. La caracterización de las medidas de contención y mitigación implementadas en las regiones, consideró la información disponible hasta el 14 de abril de 2020. Vea todos los reportes de nuestro equipo en la página web <http://covid-19.cmm.uchile.cl/> o en <http://matematica.usm.cl/covid-19-en-chile/>.

Recomendaciones y observaciones finales

- Creemos que el desarrollo actual del modelo podría ser útil para observar la dirección de los cambios asociados a las diferentes estrategias. En este sentido y a la luz de los resultados obtenidos en la Sección 4, podemos desarrollar algunas recomendaciones:
 - Ciudad de Arica: Hoy las autoridades han anunciado la cuarentena de la ciudad de Arica desde el 16 de abril (nuestra estrategia de base en la Sección 4.1). Observamos que esta estrategia de mitigación solo pospone el *peak* de las máximas demandas de recursos hospitalarios (Figura 4). A fin de aplanar la curva, es necesario implementar

esfuerzos adicionales de rastreo de contactos y cuarentenas focalizadas (vigiladas) (Figura 5). Recomendamos utilizar el período de cuarentena a fin de implementar un programa intensivo en esta dirección.

- Región de Ñuble: Esta región tiene un número reproductivo efectivo ($R = 0,86$) inferior a uno. Esto significa que el brote de COVID-19 se extinguiría si la actual cuarentena parcial se mantiene por un tiempo muy prolongado. Sin embargo, como esta estrategia parece imposible en la práctica, hemos simulado alternativas más realistas. Así pues, observamos que una cuarentena de una semana precedida de importantes esfuerzos de rastreo de contactos y cuarentenas focalizadas (vigiladas) tiene un gran impacto en la reducción del *peak* de demandas máximas de recursos hospitalarios (Figura 7). Los cierres más prolongados solo posponen estos *peaks*, lo que podría ser recomendable si se necesita más tiempo para implementar el rastreo de contactos y las cuarentenas focalizadas (vigiladas). Recomendamos utilizar el período de cuarentena a fin de implementar un programa intensivo en esta dirección.
- Región de La Araucanía: El análisis aquí es similar al de la región de Ñuble. También recomendamos usar el período de cuarentena a fin de implementar un programa intensivo de rastreo de contactos.
- Región de Magallanes: La situación actual en esta región es extremadamente preocupante. Además de su elevado número de incidencia, la disponibilidad de camas en UCI está agotada según informes recientes (cf. Canals et al. [3]). Por otro lado, la Estrategia 2, que combina la cuarentena con una estrategia de cti de alta intensidad, no es tan efectiva como lo es para las regiones de Ñuble y la Araucanía. Por lo tanto, recomendamos adoptar medidas que reduzcan su número reproductivo efectivo, por ejemplo, cuarentenas más prolongadas y estrictas, y vigilar de cerca la evolución del brote en esta región.
- Es importante mencionar que hay en la comunidad científica grandes discrepancias en cuanto al porcentaje exacto de personas asintomáticas/sintomáticas presentes en este brote. Algunos reportes internacionales sitúan el rango entre el 20 % y el 50 %. En el anterior reporte #2 [4], informamos de tres escenarios diferentes, incluyendo pocas (20 %), la mitad (50%) y una gran (75%) cantidad de personas contagiosas no detectadas considerando como caso de estudio la ciudad de Santiago. Aquí, en este reporte, informamos nuestros resultados con una proporción de 50 % entre asintomáticos/sintomáticos.
- Nuestro modelo no considera un efecto de aprendizaje de la población debido a la aplicación de cuarentenas después del levantamiento. De hecho, los epidemiólogos nos han señalado que en las pandemias anteriores, en Chile ha cambiado fuertemente el comportamiento de toda la población al menos por mucho tiempo. Esta idea será explorada en nuestros futuros reportes.
- Nuestro modelo no considera importantes consecuencias en la dinámica y la salud de la población debido a la crisis económica conexas desencadenada por el brote de COVID- 19. Este fenómeno es de interés independiente, y puede ser considerado en los próximos reportes.

- En nuestro próximo informe, esperamos describir el efecto de las estrategias de retroalimentación de cuarentena, es decir, las cuarentenas que se activan cuando un indicador sobrepasa un umbral determinado.
- La identificación de los parámetros descritos en el Apéndice B es un método muy pobre y mal acondicionado. Estamos trabajando para mejorarlo. Se sabe (véase [12]) que la identificación de parámetros de un modelo de brote antes del punto máximo puede producir grandes errores en los resultados. Por esta razón, el enfoque introducido en este reporte solo permite estimar el orden de magnitud de las demandas máximas, pero no es apropiado para deducir una estimación precisa de casos diarios.
- Monitorear y analizar cada región como un caso específico proporcionaría una rica información para diseñar e implementar medidas adaptadas a cada contexto específico. Ciertamente, unos datos más desagregados permitirían analizar zonas geográficas más pequeñas, con sus particularidades, lo que proporcionaría una información más detallada para la aplicación de medidas específicas. Lamentablemente, la información a nivel de municipio o distrito no se entrega diariamente, y la información a nivel más desagregado no se reporta.

Agradecimientos. Estamos muy agradecidos a Alejandro Maass (Universidad de Chile) por las fructíferas discusiones sobre los métodos aplicados en este informe. También estamos en deuda con Ximena Aguilera (Universidad del Desarrollo), Mauricio Canals (Universidad de Chile), Catterina Ferreccio (Pontificia Universidad Católica de Chile) y Sergio Lavandero (Universidad de Chile) por sus perspicaces consejos sobre nuestro modelo y sobre las suposiciones que hemos hecho sobre algunos de sus parámetros.

Referencias

- [3] M. Canals, A. Canals, and H. Ramírez et al. Informe COVID-19 Chile al 11/4/2020. Technical report, Escuela de Salud Pública, Universidad de Chile, 04 2020. URL: https://www.dropbox.com/s/04ym0rr63z0ma57/canals_et_al_20200411.pdf?dl=0.
- [4] A. Cancino, C. Castillo, P. Gajardo, R. Lecaros, C. Muñoz, C. Naranjo, J. Ortega, and H. Ramírez. Report #2: Estimation of maximal ICU beds demand for COVID-19 outbreak in Santiago, Chile. Technical report, CMM-AM2V-CEPS, 03 2020. URL: <http://covid-19.cmm.uchile.cl/>.
- [5] A. Cancino, C. Castillo, P. Gajardo, R. Lecaros, C. Muñoz, J. Ortega, and H. Ramírez. Report #3: Estimation of maximal ICU beds demand for COVID-19 outbreak in Santiago (Chile) and the effects of different mitigation strategies. Technical report, CMM-AM2V-CEPS, 03 2020. URL: <http://covid-19.cmm.uchile.cl/>.
- [12] B. Ivorra, M.R. Ferrández, M. Vela-Pérez, and A.M. Ramos. Mathematical modeling of the spread of the coronavirus disease 2019 (COVID- 19) considering its particular characteristics. The case of China. Technical report, MOMAT, 03 2020. URL: <https://doi-org.usm.idm.oclc.org/10.1007/s11538-015-0100-x>.