

EL PUNTO DE REMISIÓN DE UNA EPIDEMIA LOCALIZADO POR SU ELASTICIDAD. APLICACIÓN A LA PRIMERA OLA DEL COVID-19 EN CHILE

THE REMISSION POINT OF AN EPIDEMIC IDENTIFIED BY ELASTICITY. APPLICATION TO THE FIRST WAVE OF COVID-19 IN CHILE

RESUMEN

Introducción. La detección de cambios en las características de un proceso aleatorio, conocido como el problema del cambio, se ha convertido en un área de investigación estadística en rápido desarrollo. La correcta y rápida detección de los cambios es relevante en muchas situaciones reales, en particular, en Epidemiología.

Materiales y Métodos. Como nueva métrica para determinar el momento efectivo de remisión de una epidemia (momento del cambio), se utiliza el concepto de elasticidad de una distribución de probabilidad, y se aplica a la reciente pandemia COVID-19 en Chile.

Resultados. La aplicación evidencia que existe una demora entre el día “pico” o día con el mayor número de casos, con el de “remisión” identificado por la elasticidad. En ese lapso temporal, entre pico y remisión, no deben suavizarse las medidas de control de la epidemia. Se obtiene una diferencia de 20 días entre los puntos de remisión de las series de contagios y muertes. Esta cifra puede interpretarse como una estimación de la supervivencia para los fallecidos durante la primera ola de COVID-19 una vez detectada en ellos la enfermedad. La comparación de los resultados de la aplicación con la de otros países sudamericanos muestra en ellos idéntico resultado que el observado en Chile, si bien con tiempos de demora entre pico y punto de remisión sensiblemente mayores.

Discusión. La medida usada en este trabajo es fácil de comunicar, no exige la formulación previa de hipótesis sobre el comportamiento de los datos y puede ser aplicada en tiempo real, tal y como se van conociendo los datos. Estas características de fácil aplicabilidad e interpretación, generando resultados razonables, la hacen atractiva e interesante para el estudio del cambio en series epidemiológicas.

Palabras clave. COVID-19, elasticidad, epidemiología, remisión, Sudamérica.

ABSTRACT

Introduction. Detecting changes in the evolution of a random process, known as the problem of change, has become a quickly developing area of statistical research. The correct and rapid detection of changes is relevant in many real-life situations, particularly in epidemiology.

Materials and Methods. As a new metric to time-locate the moment of remission of an epidemic (moment of change), the concept of the elasticity of a probability distribution is applied to the recent COVID-19 pandemic in Chile.

Results. The application shows that there is a delay between the “peak” day, or day with the highest number of cases, and the “remission” day as identified by elasticity. In this period, between peak and remission, the epidemic control measures should not be relaxed. A difference of 20 days is obtained between the remission points of the series of infections and deaths. This figure can be interpreted as an estimate of survival time for those diagnosed with the disease who subsequently died during the first wave of COVID-19. Comparing the results of the application with that of other South American countries, we observe the same result as that attained for Chile, although with significantly longer delay times between the peak and the point of remission.

Discussion. The measure used in this study is easy to communicate, does not require the prior formulation of hypotheses about the behaviour of the data and can be applied in real time, as and when the data is known. These characteristics of easy applicability and interpretation, generating reasonable results, make the application convenient for the study of change in epidemiological series.

Key words. COVID-19, elasticity, epidemiology, remission, South America.

INTRODUCCIÓN

La correcta modelización de la evolución de una enfermedad infecciosa tiene múltiples implicaciones, por lo que una gran cantidad de métodos han sido propuestos para tratar de anticipar y conocer el momento en que se encuentra una epidemia¹⁻⁶. La epidemia asociada a la COVID-19 ha supuesto un nuevo reto y nuevas aproximaciones han surgido recientemente⁷⁻¹². En este artículo ejemplificamos cómo el concepto de elasticidad^{11,13,14} puede utilizarse para identificar puntos de cambio en la evolución de una enfermedad infecciosa.

El concepto de elasticidad es ampliamente utilizado en física y en modelización económica (por ejemplo, en modelos de demanda y en optimización de precios). Este trabajo muestra su utilidad en Epidemiología, reforzando el paralelo entre disciplinas. Como concepto económico fue introducido por Alfred Marshall, quien lo tomó prestado de la física, y con esta interpretación se ha extendido muy recientemente al cálculo de probabilidades¹⁵, a los modelos de supervivencia¹⁶, a la gestión de riesgos¹⁷ o a la epidemiología¹¹. La elasticidad se utiliza para cuantificar la variación experimentada por una variable al cambiar otra.

El presente artículo desarrolla para la actual pandemia de la COVID-19 en Sudamérica una sencilla aplicación de la elasticidad para determinar el comienzo de su remisión. Otros métodos estadístico-probabilísticos más complejos diseñados para determinar el cambio en una serie epidemiológica pueden consultarse en la literatura^{11,18-22}.

El concepto de elasticidad aplicado a la localización del momento de remisión de una epidemia, entendida como el instante en que la velocidad en la acumulación de nuevos casos de la enfermedad es menor que la velocidad media de acumulación de casos habidos hasta ese momento, es un instrumento esencialmente descriptivo, de cálculo muy sencillo y, por tanto, de fácil aplicación. No requiere formulación previa de hipótesis sobre el modelo seguido por la pandemia e, incluso, puede estimarse en tiempo real, mientras se recopilan los datos. El momento del cambio en la evolución de la pandemia se producirá en el instante en el que los casos (contagios o defunciones, según la serie elegida) sea inferior a la media de casos ocurridos hasta entonces. En ese momento la elasticidad de la serie pasará de elástica a inelástica¹¹.

La sencillez de cálculo y su fácil aplicación son ventajas sustanciales para utilizar esta medida al proporcionar una información rápida y robusta que

puede resultar muy eficaz. La correcta identificación del punto de remisión facilita a los responsables sanitarios iniciar el levantamiento gradual de las medidas de control, higiénicas, sanitarias y sociales tomadas para frenar la extensión de la pandemia.

Este trabajo precisa, para los países de Sudamérica y con la medida propuesta, el día en el que comienza la remisión de la COVID-19, lo que permite compararla con la indicada por el valor máximo o “pico”.

La organización del trabajo es la siguiente: tras esta introducción, un segundo apartado metodológico enmarca el trabajo y recoge la definición de elasticidad. En el tercer apartado se aplica la metodología a la COVID-19 en Chile, y el cuarto resume en sendas tablas idéntica metodología para los demás países sudamericanos. El quinto apartado explicita las conclusiones. El trabajo finaliza con las referencias.

MATERIALES Y MÉTODOS

La detección de cambios en un proceso aleatorio se ha convertido en un área de investigación en rápido desarrollo. Entre ellos están los clásicos puntos máximo, mínimo o de inflexión, que señalan valores relevantes en la evolución epidémica: el momento “pico” o “cúspide”, en el que tanto delante como detrás los valores incorporados son inferiores; o el momento de inflexión, en el que la velocidad de crecimiento de las incorporaciones cambia de intensidad, pasando de un crecimiento acelerado a otro desacelerado, o viceversa.

La actual pandemia de la COVID-19 ha puesto de manifiesto un nuevo momento de interés: aquel en el que comienza su desaceleración real, el inicio de su remisión. Su rápida y correcta determinación es esencial para la gradual suavización de las estrictas medidas de control decididas por las autoridades sanitarias. Estas medidas inciden fuertemente en la vida social y económica de los países, y han supuesto frecuentes enfrentamientos, como mínimo dialécticos, entre gobiernos y fuerzas sociales, como es el caso de España²³. De hecho, la opinión pública de las sociedades democráticas afectadas ha insistido en la necesidad de establecer un equilibrio entre las medidas restrictivas y el efectivo control de la epidemia, manifestando la necesidad de contar con instrumentos informativos sencillos en los que basar una evaluación razonable, circunstancia que ocurrió en Chile desde la adopción de las primeras medidas²⁴.

La curva epidémica recoge la información básica para el estudio y análisis de la evolución de una

epidemia^{25,26}, es utilizada para conocer su dinámica, para predecir y anticipar sus tendencias. Permite conocer la magnitud de la enfermedad y su duración, el posible mecanismo de transmisión y el período de exposición²⁷. Tradicionalmente, el número máximo de casos determina el punto “álgido”, “pico” o “peak”, y es considerado como el de transición a partir del cual hay un cambio en la evolución de una epidemia y ésta empieza a declinar.

Esta explicación, muy utilizada en medios de comunicación, no es correcta, pues el alcance del pico suele ser saludado como buena noticia al considerar que ya puede permitirse relajar las medidas socio-sanitarias tomadas hasta entonces²⁸. De ahí la necesaria pedagogía por parte de la autoridad sanitaria para manifestar que el levantamiento de las posibles restricciones debe tener lugar con posterioridad al pico de la curva epidémica, esperando al momento de su remisión efectiva. Precisamente la medida propuesta en este trabajo permite determinar esa necesaria demora.

Basándonos en el concepto de elasticidad es posible encontrar una sencilla y pedagógica medida que cumple este cometido a partir de su definición en cálculo de probabilidades. Así, la elasticidad de una distribución de probabilidad de una variable aleatoria X continua, con dominio positivo, funciones de distribución $F(x)$ y de densidad $f(x)$, se define como:

[1]

$$Elas(x) = \frac{d \ln F(x)}{d \ln x} = \frac{F'(x)/F(x)}{1/x} = \frac{x \cdot f(x)}{F(x)} \geq 0$$

La elasticidad es positiva al serlo la variable aleatoria y ser creciente la función de distribución.

En Veres y Pavía (2012)¹⁶ se da una interpretación práctica del concepto de elasticidad, al describir su valor en un punto cualquiera como el cociente entre la función de densidad y el incremento de probabilidad medio hasta ese punto. O, lo que es lo mismo, el cociente entre la velocidad con que se incrementa la acumulación de probabilidad en ese punto y la “velocidad media” que dicho incremento ha experimentado hasta entonces. La interpretación anterior permite utilizarla como medida de localización del cambio en una serie temporal definida por la incorporación de nuevos casos, como es el caso

de una serie epidemiológica, y en particular para localizar su punto de remisión¹¹. Así, el punto que señala el inicio en dicha remisión se producirá en el momento en el que la velocidad en la acumulación de nuevos casos, o de defunciones, sea inferior a la acumulación media de casos o defunciones habidos hasta ese momento.

Con datos concretos, la estimación de la anterior expresión de la elasticidad admite la siguiente formulación:

[2]

$$Elas^*(t) = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{N(t + \varepsilon) - N(t) / \varepsilon}{N(t) / t} = \frac{t \cdot n(t)}{N(t)}$$

donde $n(t)$ es el número de nuevos casos, o defunciones, de la enfermedad epidémica aparecidos en el momento t , ε es una cantidad arbitraria tan pequeña como se desee, y $N(t)$ el número de casos, o defunciones, acumulados hasta entonces.

La interpretación de [1] es semejante a la considerada en Economía²⁹. Cuando tiende a infinito, situación de elasticidad perfecta, un incremento infinitesimal en el tiempo da lugar a un altísimo (teóricamente infinito) incremento en el número de casos. Un valor expresa una situación de elasticidad, donde un incremento en el tiempo se traduce en un incremento mayor en la acumulación de nuevos casos de la enfermedad. El valor, situación de elasticidad unitaria, se produce cuando un incremento infinitesimal del tiempo supone el mismo incremento en la acumulación de casos. Un valor describe una situación de inelasticidad, en tanto que un incremento en el tiempo supone un incremento menor en la acumulación de nuevos casos. Finalmente, el valor implica una situación de inelasticidad perfecta: un cambio infinitesimal en el tiempo no genera un incremento en la acumulación de casos de la enfermedad. Cuando hablamos de enfermedad lo ideal es alcanzar la inelasticidad.

A partir de la expresión [2] es posible localizar el punto de remisión t_r , que es en el que la serie cambia de situación de elástica a inelástica, por lo que se verifica la condición¹¹:

[3]

$$Elas^*(t_r) = 1$$

Esto es, el instante t_r en el que se verifica que.

$$t_r \cdot n(t_r) = N(t_r)$$

Dependiendo de la tipología de la epidemia, ésta podrá tener uno o varios puntos de remisión. En este caso, será el último el que determine formalmente el cambio. Caso distinto es la aparición de nuevas “olas” epidémicas, como las observadas en Europa, que deben tratarse como situaciones diferentes que exigen una nueva valoración epidemiológica y la reformulación de nuevas medidas de control. La situación expresada en [3] explícita también el momento en el que esa segunda ola pasaría a estar incontrolada, al transitar de una situación inelástica a otra elástica.

La consideración del punto de remisión efectiva en la evolución de una epidemia es más ilustrativa que el del simple valor máximo del número de casos, en cuanto pone en comparación el crecimiento en la aparición de nuevos casos con la historia anterior en la acumulación de ellos. En esta “estabilidad” reside su principal ventaja analítica, al compararse un valor actual con una media de valores anteriores, que es más estable a posibles variaciones puntuales en la evolución de un fenómeno.

Aplicación a la epidemia COVID-19 en Chile

Aplicamos detalladamente el concepto de elasticidad sobre la serie de casos confirmados (contagiados) para determinar el punto de remisión efectivo de la pandemia COVID-19 en Chile, ya que es el primer país sudamericano en alcanzar dicho punto. También aplicamos el mismo concepto sobre la serie de muertes. El último día estudiado es el 30/11/2020. La población de Chile ascendía a 18.729.160 habitantes (año 2018).

La remisión en la serie de contagiados es el punto en el que ya es posible plantear el progresivo levantamiento de las restricciones de control de la epidemia, momento seguramente deseado por la población que puede haber visto limitado sus derechos fundamentales de movilidad, reunión, condiciones de trabajo, etc.^{30,31}

Los datos³²

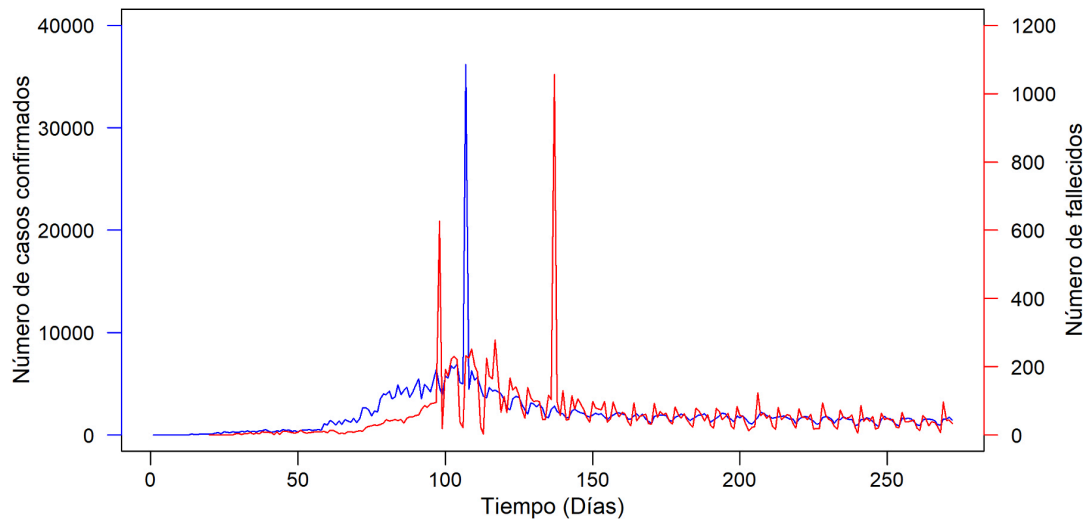
El Comité de Emergencias de la OMS declaró la emergencia internacional por el brote del coronavirus el 30/01/2020, declarándolo pandemia el 11/03/2020. El primer caso detectado en Chile fue el 4/03/2020 (día inicial o día 1 para los casos confirmados). La primera víctima mortal se dató el 23/03/2020 (día 1 para las defunciones). El 18/03/2020 el Gobierno chileno declaró un primer estado de emergencia, prorrogado posteriormente³³. Un acierto de la actuación de las autoridades sanitarias chilenas fue establecer confinamientos “selectivos y estratégicos” por barrios, municipios o zonas, lo que permitió no parar de golpe la actividad económica, amortiguando en parte el impacto nocivo de la epidemia sobre la economía chilena³⁴⁻³⁶.

Los 15.356 muertos a 30/11/2020 suponen una tasa de letalidad (muertos sobre contagiados) del 2,79%. Los contagiados por COVID-19 ascendían en esa fecha a 550.830, con una tasa de pacientes confirmados (contagiados sobre población) de 2.941,03 por cada cien mil habitantes, tasa alta al compararla con la de otros países y, en particular, con la de algunos países sudamericanos³⁷.

Los datos brutos presentan la típica evolución en dientes de sierra, que seguramente obedece tanto a la misma naturaleza de la enfermedad como a los problemas administrativos-sanitarios derivados de la inscripción de casos y defunciones. Esta mala contabilización suele ocurrir precisamente los fines de semana, en los que el control administrativo podría ser menor. De ahí que los datos originales se hayan suavizado con medias móviles de período siete, y que serán las series tratadas para la obtención de resultados. Esto supone perder en el cálculo de las elasticidades las tres primeras referencias temporales –lo que no es importante–, pero también las tres últimas. Esto último podría ser subsanado empleando modelización estadística, pero a fin de continuar con una aproximación sencilla y libre de distribuciones, en lo que sigue asumimos ese coste.

Si bien la calidad de los datos es aceptable, destacan las mediciones de los 627 y 1057 muertes ocurridas el 8/06/2020 y el 17/07/2020, respectivamente, y la de los 36.179 contagiados del 17/06/2020, que suponen regularizaciones de las series de datos hasta ese día sin estar asignados a su fecha real (figura 1).

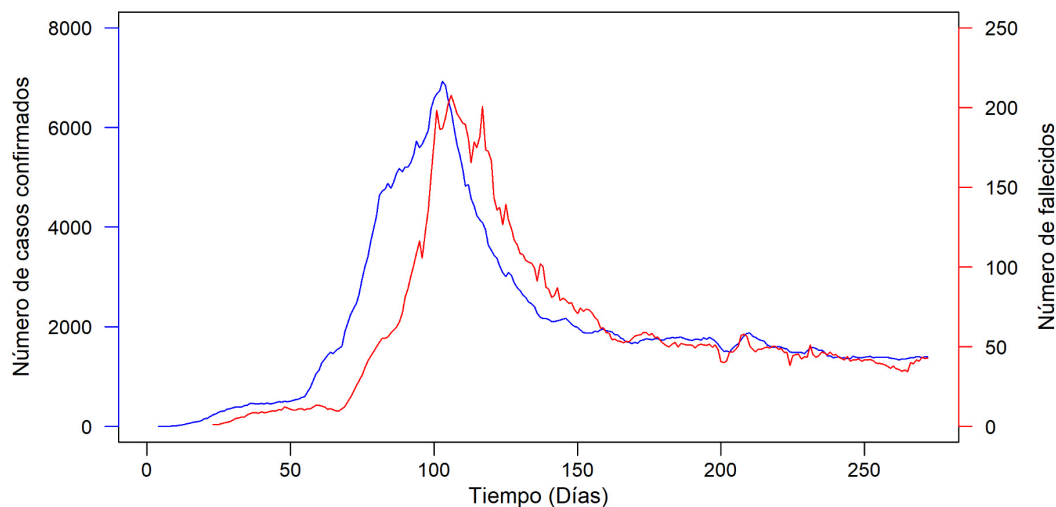
Figura 1. Número de contagiados y fallecidos por COVID-19 en Chile (datos brutos).



A fin de disminuir el efecto de esos valores atípicos, incluso sobre las respectivas series de datos suavizados, se ha procedido a valorar el dato correspondiente a esas tres fechas con las medias de los dos datos anteriores y los dos posteriores, y el exceso de muertes o de contagios no asignados se

reparten proporcionalmente a los valores de las fechas anteriores, entendiéndose que el exceso de valor corresponde a hechos de días anteriores. Sobre el resultado de estos repartos se calculan las medias móviles de período siete utilizadas para el análisis posterior (figura 2 y Anexo).

Figura 2. Número de Contagiados y fallecidos por COVID-19 en Chile (datos suavizados, medias móviles de orden 7).



RESULTADOS

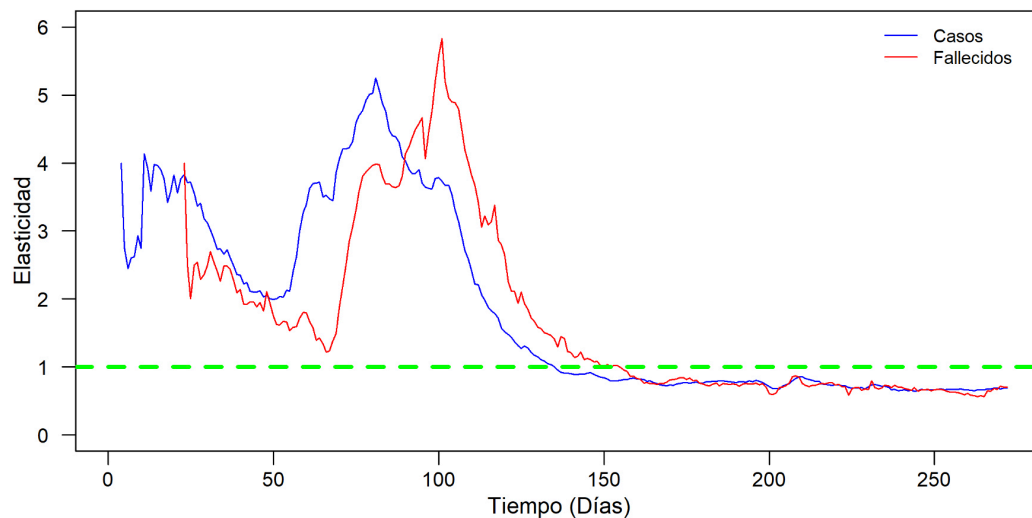
Siempre a partir de los datos suavizados, el número máximo de defunciones registradas en Chile por COVID-19 se alcanzó el 17/06/2020, con 207,6 defunciones. Es su día “pico” o “álgido”. Hasta ese día las defunciones aumentan y a partir de él, con algunas oscilaciones, descienden sin superar nunca el máximo alcanzado.

En el caso de los infectados por COVID-19, y también a partir de los datos suavizados, se aprecia que el número máximo de casos registrados se alcanza tres días antes, el 14/06/2020, con 6.927,47 casos. Es su día “pico” o “álgido”. Hasta ese día los contagios aumentan y a partir de él, con algunas oscilaciones, descienden sin superar nunca el máximo alcanzado. Especialistas habían avanzado que el día pico podría producirse un poco antes, en la primera semana de junio³⁸⁻⁴⁰.

Sin embargo, no puede afirmarse que es a partir de ese máximo de contagios cuando la epidemia entra en remisión/control. En efecto, utilizando la elasticidad

observamos que el momento del cambio real en la evolución de los contagios se produce mucho más tarde, el 17/07/2020 (135 días después de la aparición del primer caso), cuando la elasticidad de los contagios ya es menor que la unidad, manteniéndose así a partir de entonces. Existe por tanto un decalaje (desfase) respecto al máximo o día pico de 33 días, período durante el cual el control sanitario debió estar en vigor con todas sus medidas. Es a partir de ese último día cuando la incorporación de nuevos contagiados es inferior a la media de contagios diarios ocurridos hasta entonces (figura 3), pudiendo aceptarse que la epidemia inicia su remisión. A partir de entonces, pues, las autoridades sanitarias podían empezar a suavizar las medidas sanitario-sociales asumidas hasta entonces. En la figura 3, se detalla la elasticidad unitaria mediante una línea de trazo más grueso paralela al eje de abscisas. Aceptar el 14/06/2020 como inicio de la remisión de los contagios es discutible, lo que ad interim exigía a los responsables sanitarios una oportuna pedagogía para que así fuera entendido por la población.

Figura 3. Elasticidades de número de casos confirmados y defunciones por COVID-19 en Chile.

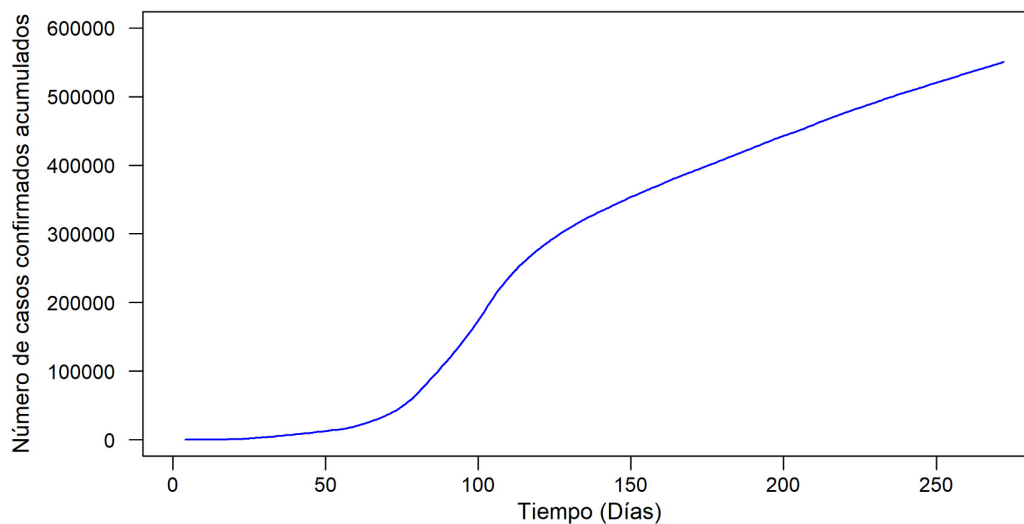


Las elasticidades máximas alcanzadas para muertes y contagiados fueron de 5,83 (el 12/06/2020) y 5,25 (el 23/05/2020). El 30/11/2020, último día de referencia, las elasticidades eran 0,71 y 0,69. Desde el 26/10/2020 la elasticidad de contagios permanece estable en el rango 0,65-0,70, alejándose del deseable comportamiento logístico (figura 4).

Como medida complementaria podemos utilizar la función de riesgo inverso, que puede ser interpretada

como una probabilidad condicional, la de que ocurra un contagio o defunción precisamente al final de un período de tiempo determinado de entre aquellos que han sido afectados. Dada la relación existente entre las funciones de elasticidad y riesgo inverso^{16,41}, observamos que el 17/06/2020 esa probabilidad era del 2,96%. Y para los nuevos contagios, el 14/06/2020, del 5,9%.

Figura 4. Número de casos confirmados acumulados por COVID-19 en Chile (datos originales suavizados).



La Tabla 1 siguiente resume los resultados obtenidos con las respectivas series suavizadas de fallecidos y contagiados:

Tabla 1. Días de cambio según el pico y la elasticidad

	Día "pico" (datos suavizados)	Día elasticidad unidad	Diferencia de días	Duración fase ascendente (según elasticidad)
Defunciones	17/06	6/08	50	136
Contagios	14/06	17/07	33	135

La interpretación de las variables epidemiológicas asociadas a la enfermedad tiene además mucho sentido utilizando los resultados que se derivan del análisis de la elasticidad. Utilizando el día pico como criterio para determinar el cambio, la diferencia temporal en la localización del cambio experimentado entre nuevos casos y defunciones es sólo de 3 días. Sin embargo, utilizando la elasticidad como criterio para determinar el momento de remisión de las series de muertes y contagiados, la diferencia temporal entre ambas es mayor, 20 días. Este último valor puede considerarse una primera estimación, aunque grosera, del tiempo que existe entre infección y defunción para los casos en las que ésta se produce, esto es, el tiempo de supervivencia de los fallecidos por COVID-19 una vez detectada la enfermedad.

Las diferencias entre fechas del primer dato de defunciones o contagios y la de la respectiva remisión según elasticidad es también más razonable empleando la elasticidad, pues es prácticamente la misma, 136 y 135 días, que correspondería a la estimación de la duración de la fase ascendente de la epidemia, para muertes y contagios. El decalaje (desfase) de 33 días para los contagios puede interpretarse también como medida del período de prudencia que debían mantener las autoridades antes de iniciar la desescalada, dando las oportunas explicaciones a la población para evitar rebotes de la enfermedad.

Destacar que las elasticidades de los nuevos contagios o muertes desde que toman valores menores que la unidad no bajaron para el periodo analizado de 0,6535 y de 0,5860, respectivamente, y los valores absolutos oscilaron alrededor de 1.300-1.500 y 35-55, lo que confirmaba que la permanencia de la enfermedad seguía sin erradicarse. La segunda oleada de contagios en Europa podría haber sido tomada como ejemplo para que la autoridad sanitaria chilena no bajase la atención prestada al control de la epidemia. Precisamente, el crecimiento sostenido

de la elasticidad en los primeros días de diciembre, que el 11/12/2020 alcanzaba ya el valor de 0,82, apuntaba para Chile el inicio de una segunda ola, confirmada efectivamente por una elasticidad de 1,11 en la semana 42 del inicio de la pandemia.

Aplicación a la epidemia COVID-19 en Sudamérica

Repitiendo el mismo proceso de cálculo que el empleado para Chile, comparamos la evolución del COVID-19 en Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú y Uruguay, incluyendo los resultados para Chile del anterior apartado.

Los resultados se presentan tabulados, describen la evolución de la enfermedad en cada país, y constituyen una instantánea de su situación el último día de noviembre. Los datos de población son del año 2018 y las demás variables referidas al 30/11/2020. Evidentemente la información contenida en las tablas, dado su carácter acumulativo, es dinámica y está en permanente actualización, que no finalizará hasta que la COVID-19 esté erradicada en todos los países estudiados.

Las Tablas 2 y 3 recogen los resultados de la comparación. En la Tabla 2 se incluye la población, las tasas de contagios y de letalidad, el total de muertes y contagios (datos brutos), los días del primer contagio y muerte, y las elasticidades de muertes y contagios (calculadas con datos suavizados); la Tabla 3 recoge los días de cambio indicado por el pico (día del valor máximo en la serie de datos suavizados) y según la elasticidad (elasticidad unidad), los decalajes o diferencia de días entre ambos, y la duración de la fase ascendente de la epidemia medida por la diferencia entre el primer día con dato y el de remisión según la elasticidad. Por tanto y para cada país, la Tabla 3 pone de manifiesto si la epidemia había entrado ya en remisión, o si al 30/11/2020 seguía en expansión, esto último indicado por el símbolo ">":

Tabla 2. Datos básicos de la COVID-19 en los principales países de Sudamérica.

País	Población	Tasas	Total	Día	Elasticidades
		Contagios(*) Letalidad %	Muertes Contagios	1ºcontagio 1ªmuerte	Muertes Contagios
Argentina	44.560.000	3.184,04	38.474	4 marzo	1,45
		2,71	1.418.808	8 marzo	1,36
Bolivia	11.353.142	1.273,85	8.952	12 marzo	0,15
		6,19	144.622	30 marzo	0,19
Brasil	209.469.333	2.975,71	171.381	26 febrero	0,81
		2,75	6.233.202	18 marzo	1,73
Chile	18.729.160	2.941,03	15.356	4 marzo	0,71
		2,79	550.830	23 marzo	0,69
Colombia	49.834.000	2.625,47	36.584	7 marzo	1,25
		2,80	1.308.376	22 marzo	1,85
Ecuador	17.023.000	1.128,57	13.423	1 marzo	0,76
		6,99	192.117	14 marzo	1,57
Paraguay	7.053.000	1.161,29	1.743	8 marzo	1,92
		2,13	81.906	21 marzo	2,62
Perú	32.162.184	2.992,74	35.923	7 marzo	0,36
		3,73	962.530	20 marzo	0,50
Uruguay	3.449.299	165,71	76	15 marzo	3,31
		1,33	5.716	30 marzo	8,18

(*) Por 100.000 habitantes

Tabla 3. Estimaciones del momento del cambio para la COVID-19 en los principales países de Sudamérica.

País	Muertes			
	Día del cambio según día pico	Día de remisión según elasticidad	Diferencia entre días de cambio	Diferencia días entre primera muerte o contagio y de remisión según elasticidad
Argentina	25/09	>30/11(*)	>66	>267
Bolivia	2/08	16/09	45	170
Brasil	23/07	20/09	59	186
Chile	17/06	6/08	50	136
Colombia	25/08	>30/11(*)	>97	>253
Ecuador	9/09	13/10	34	213
Paraguay	21/09	>30/11(*)	>70	>254
Perú	13/08	27/08	14	160
Uruguay	1/11	>30/11(*)	>29	>245
Contagiados				
Argentina	19/10	>30/11(*)	>42	>271
Bolivia	20/07	17/09	59	171
Brasil	27/07	>30/11(*)	126	>278
Chile	14/06	17/07	33	135
Colombia	14/08	>30/11(*)	>108	>268
Ecuador	30/04	>30/11(*)	>214	>274
Paraguay	19/09	>30/11(*)	>72	>267
Perú	17/08	30/09	44	207
Uruguay	>30/11(*)	>30/11(*)	>0	>260

(*) Último día de referencia de este trabajo

A efectos de la comparación entre países, no toda la información tiene la misma calidad. En algunos existen días en los que no se contabilizan los casos, acumulándose a los siguientes. En otros se facilitan los datos iniciales con retraso, por lo que el día de inicio para el cálculo de las elasticidades es estimado. Finalmente, la cobertura de la información de algunos países no es completa, modificando el valor de las correspondientes tasas. Esto ocurre, por ejemplo, cuando el número de contagiados está subestimado, dando lugar a tasas de contagiados pequeñas, con el consiguiente efecto sobre las tasas de letalidad cuyo valor aumenta, pues la contabilización de las defunciones es más completa que la de contagiados.

Las autoridades de todos los países tomaron medidas socio-sanitarias con prontitud, procurando controlar la pandemia una vez confirmada su importancia por la OMS. Así, el Gobierno argentino declaró el estado de emergencia el 20/03/2020; el 21/03/2020 el Gobierno boliviano declaró una cuarentena, y la emergencia sanitaria el 25/03/2020; los gobiernos locales de varios estados brasileños fueron declarando situaciones de alarma, con diversas medidas de control, en ocasiones en clara discrepancia con el gobierno de la nación; el 25/03/2020 el Gobierno colombiano declaró el aislamiento preventivo obligatorio; en Ecuador, su Gobierno declaró la emergencia sanitaria el 12/03/2020; Paraguay fue pionera en tomar medidas que se revelaron muy efectivas, como la creación de tres hospitales de contingencia, el cierre de fronteras a los viajeros procedentes de China el 5/02/2020, o la cancelación de clases y cierre general de fronteras y de vuelos el 9/03/2020, por lo que la Organización Panamericana de la Salud (OPS) consideró su gestión como “muy positiva”; el 16/03/2020 el Gobierno peruano declaró la cuarentena general y el cierre de fronteras; finalmente, Uruguay, en principio el país de la región con mejor comportamiento ante la epidemia, como lo atestiguan los pequeños valores absolutos de muertes y contagios, que tomó medidas preventivas de cierre de fronteras, sin declarar estados de emergencia o alarma, por la baja incidencia de la enfermedad. Todos ellos han ido adoptando o modificando con posterioridad medidas complementarias conforme ha evolucionado la epidemia. Una fuente completa de las restricciones introducidas por los países puede consultarse en el Oxford Stringency Index, elaborado con datos de las Administraciones Públicas⁴². El uso de la información contenida en el Oxford Stringency Index permitiría analizar la evolución de la pandemia en función del momento en el

que se relajan las medidas restrictivas, en particular, en relación al punto de remisión y al punto peak.

Con pequeñas diferencias todos los países presentaron los primeros casos de muerte y contagio en un intervalo de fechas reducido (Tabla 2), por lo que estas fechas no son relevantes para determinar la evolución posterior de la enfermedad.

De los diez países estudiados, en sólo tres la epidemia había entrado en remisión al final del periodo de análisis considerado: Bolivia, Chile y Perú. Chile fue el primero en alcanzarla, y lo hizo con prontitud, 136 días después del primer contagio, frente a los 171 días de Bolivia y 207 días de Perú. La diferencia entre el día pico o máximo y el de remisión según la elasticidad fue de 33 días para Chile (la menor diferencia), 59 días para Bolivia y 44 para Perú. Durante esos días de diferencia la epidemia estaba todavía en fase ascendente, por lo que no debía iniciarse ningún proceso de desescalada.

Perú, tras su remisión, ha seguido un comportamiento parecido al de Chile, con un descenso de la elasticidad más lento que el de Bolivia, que lo ha tenido más pronunciado.

Bolivia y Ecuador presentan bajas tasas de contagios y altas de letalidad (Tabla 2), seguramente debido a la no contabilización completa de los contagiados y a la necesaria mejor contabilización de los fallecidos. Nuevamente la calidad de la información es relevante, como también los recursos utilizados en la detección de la enfermedad, no uniformes para todos los países. La tasa de letalidad es un buen indicador de su nivel sanitario.

Mención especial debe hacerse para Paraguay y, sobre todo, para Uruguay. Ambos países, según sus elasticidades, estaban lejos de llegar a la fase de desescalada (Tabla 2) al final del periodo de estudio. Sin embargo, sus tasas de pacientes son bajas y las de letalidad están en rango de países como Argentina y Chile. La explicación se encuentra en los bajos valores absolutos de contagios y muertes (5.716 y 76, respectivamente, para Uruguay). En ambos países la evolución ascendente ha sido muy lenta, con valores iniciales muy bajos, que han ido incrementándose. Ello determina que su elasticidad, que compara un valor actual con una media de valores pasados, proporcione valores mayores que la unidad. Sin embargo, los pequeños valores absolutos están indicando un control de la epidemia cuyos casos pueden absorberse por el sistema sanitario. En cualquier caso, la elasticidad superior a la unidad indica que la enfermedad está en expansión, si bien con unos valores absolutos de momento asumibles.

Reflexión opuesta puede hacerse para Brasil. Si bien la epidemia había entrado en remisión en lo que se refiere a las muertes, no lo era así para los contagios, los altos valores absolutos de ambos han estar presentes a la hora de tomar medidas de desescalada, debiendo tener en cuenta la cantidad de ambas que puede absorber su sistema sanitario.

DISCUSIÓN

La elasticidad es una buena medida para determinar el cambio experimentado por una serie temporal definida por acumulación de casos¹¹. Sus ventajas consisten en su facilidad de interpretación y sencillez de cálculo. Esto permite su aplicabilidad inmediata sin necesidad de metodologías y procesos estadístico-probabilísticos más o menos complejos, que exigen hipótesis previas sobre la distribución estadística de casos, que no son siempre posibles. Su sencillez también facilita su comunicación y comprensión por parte de la ciudadanía.

Frente a la consideración del punto “pico”, el punto determinado por la elasticidad compara la incorporación de nuevos casos con la evolución completa experimentada por la serie hasta ese momento, proporcionando una idea de la “pérdida de fuerza” que va experimentando la serie. Así, el cambio no se produce por la comparación de valores absolutos, sino por la comparación entre las velocidades de incorporación de casos actual y la experimentada hasta ese momento. Se trata de una comparación entre velocidades: la actual, momentánea e instantánea, con la media experimentada con anterioridad. La medida propuesta es una estimación válida para ese cociente.

El valor de la elasticidad sirve también para valorar el efecto de las medidas de control. Es una sencilla medida descriptiva que determina cuándo una enfermedad entra en remisión. El objetivo de los responsables sanitarios en la toma de decisiones y elección de instrumentos de control es reducir consistentemente su valor por debajo de 1. Mientras esté por encima de la unidad el crecimiento de los nuevos contagiados está fuera de control, mientras que un valor por debajo de uno indica que la epidemia se encuentra en remisión y ya es posible iniciar el levantamiento paulatino de las restricciones establecidas para el control de la epidemia. Este levantamiento puede ser más o menos intenso según sean los valores absolutos de muertes y contagios, y según sea la capacidad del sistema sanitario para absorberlos.

Consideración aparte es cómo debe ser el proceso

de decisión para la temporalidad e instrumentalización de la desescalada, una vez se haya confirmado el inicio de la remisión. Evidentemente también deben tenerse en cuenta los valores absolutos de los casos. En efecto, altos valores que supongan una presión fuerte sobre el sistema sanitario exige ser muy prudentes a la hora de suavizar las medidas de control, aunque las elasticidades sean inferiores a la unidad. En estos casos, de valores absolutos grandes, la disponibilidad de recursos sanitarios debe primar en la toma de decisiones. Por ello las actuaciones de los países no deben ser uniformes.

En la aplicación realizada para la epidemia del COVID-19 para Chile, que recordemos se centra en el periodo comprendido entre el 04/03/2020 y el 30/11/2020, se obtienen los siguientes hechos relevantes:

- El momento de remisión en la evolución del número de contagiados de la primera ola de la epidemia de COVID-19 se produjo el 17/07/2020, a los 135 días del primer caso detectado. Es en ese día cuando la velocidad de incorporación de nuevos casos es inferior a la media de los nuevos casos diarios experimentados hasta entonces. Si se hubiera utilizado el criterio del día pico como momento de remisión, ésta se hubiera adelantado al 14/06/2020, a los 102 días del primer caso detectado. Esto es, una diferencia de 33 días en los cuales, según este último criterio, la autoridad sanitaria podría haber levantado ciertas restricciones socio-sanitarias. Así pues, aceptar el 14/06/2020 como inicio de la remisión de los contagios es discutible, lo que ad interim exigía a los responsables sanitarios una oportuna pedagogía para que así fuera entendido por la población.
- El momento de remisión en la evolución del número de defunciones por la epidemia de COVID-19 se produjo el 6/08/2020, a los 136 días de la primera muerte. Es en ese día cuando la velocidad de incorporación de nuevas muertes es inferior a la media de los fallecimientos diarios experimentados hasta entonces. Si se hubiera utilizado el criterio del día pico como momento de remisión, ésta se hubiera adelantado al 17/06/2020, a los 86 días del primer fallecimiento.
- La diferencia entre los puntos de remisión de las series de contagios y muertes es de 20 días. Este valor puede considerarse una estimación de la supervivencia para los fallecidos por la primera ola de COVID-19 una vez detectada en ellos la enfermedad.

En la comparación entre diferentes países sudamericanos, destaca el comportamiento de Uruguay, cuyos valores absolutos de contagios y muertes eran pequeños, y no alteraron hasta entonces sensiblemente su sistema sanitario. Chile, fue el primer país en detectar la remisión de la epidemia, confirmando así la bondad de las medidas de control adoptadas hasta entonces. Bolivia y Perú en la fecha de referencia de este trabajo también presentaban su serie de contagiados en remisión. El resto de países no habían alcanzado aún ese punto, y presentaban un comportamiento temporal dispar.

Declaración de Intereses

Los autores declaran no tener conflicto de interés de ningún tipo.

Financiamiento

Los autores reconocen el soporte de CRUE-CSIC-Banco Santander a través del Fondo Supera COVID-19, proyecto ROCOGIS, y de la Generalitat Valenciana (Conselleria d'Innovació, Universitats, Ciència i Societat Digital), proyecto AICO/2021/257.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kermack WO, McKendrick AG, Walker GT. A contribution to the mathematical theory of epidemics. *Proceedings of the Royal Society A*. 1927;115:700–721.
2. Choisy M, Guégan J.F, Rohani P. Mathematical Modeling of Infectious Diseases Dynamics. En: *Encyclopedia of Infectious Diseases: Modern Methodologies* (Ed. Ti-bayrenc). Hoboken, NJ, USA: John Wiley and Sons; 2006. p. 379–403.
3. Brauer F. Compartmental Models in Epidemiology. En: Bauer F, van den Driessch P, Wu J, eds. *Lecture Notes in Mathematical Epidemiology*. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer; 2008. p. 19–79.
4. Martcheva M. *An Introduction to Mathematical Epidemiology*. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer; 2015.
5. Li MY. *An Introduction to Mathematical Modeling of Infectious Diseases*. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer; 2018.
6. Brauer F, Castillo-Chavez C, Feng Z. *Mathematical Models in Epidemiology*. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer; 2019.
7. Pell B, Kuang Y, Viboud C, Chowell G, Arora S, Jain R, Singh H.P. Epidemiological Models of SARS-CoV-2 (COVID-19) to Control the Transmission Based on Current Evidence: A Systematic Review. *Preprints* 2020. 2020;2020070262.
8. Schlickeiser R, Schlickeiser F. A Gaussian Model for the Time Development of the Sars-Cov-2 Corona Pandemic Disease. Predictions for Germany Made on 30 March 2020. *Physics*. 2020;2:164–170.
9. Valvo PS. A Bimodal Lognormal Distribution Model for the Prediction of COVID-19 Deaths. *Applied Sci.*2020;10(23):8500.
10. Roda WC, Varughese MB, Han D, Li MY. Why is it difficult to accurately predict the COVID-19 epidemic? *Infect Dis Model*. 2020;5:271–281
11. Veres EJ, Pavía JM. Elasticity as a measure for online determination of remission points in ongoing epidemics. *Stat Med*. 2021 Feb 20;40(4):865–884.
12. Mora JC, Pérez S, Dvorzhak, A. Application of a Semi-Empirical Dynamic Model to Forecast the Propagation of the COVID-19 Epidemics in Spain. *Forecasting*. 2020;2,452–469.
13. Lariviere MA. A Note on Probability Distributions with Increasing Generalized Failure Rates. *Operations Research*. 2006;54(3):602–604.
14. Belzunce F, Candel J, Ruiz JM. Ordering of truncated distributions through concentration curves. *Sankhya*. 1995;57:375–383.
15. Veres EJ, Pavía JM. La elasticidad: una nueva herramienta para caracterizar distribuciones de probabilidad. *Rect@*. 2012;13:145–58.
16. Veres EJ, Pavía JM. On the relationship between the reversed hazard rate and elasticity. *Statistical Papers*. 2014;55:275–84.
17. Pavía JM, Veres EJ. Is the cardholder an efficient alarm system to detect credit card incidents? *International J Consumer Studies*. 2016;40:229–34.
18. Amorós R, Conesa D, Martínez-Beneito MA, López-Quílez A. Statistical methods for detecting the onset of influenza outbreaks: a review. *REVSTAT–Stat J*. 2015;13(1):1–62.
19. Unkel S, Farrington CP, Garthwaite PH, Robertson C, Andrews N. Statistical methods for the prospective detection of infectious disease outbreaks: a review. *J R Stat Soc Ser A Stat Soc*. 2012;175(Part1):49–82.

20. Martínez-Beneito MA, Conesa D, López-Quílez A, López-Maside A. Bayesian Markov switching models for the early detection of influenza epidemics. *Stat Med*. 2008;27:4455-4468.
21. Conesa D, Martínez-Beneito MA, Amorós R, López-Quílez A. Bayesian hierarchical Poisson models with a hidden Markov structure for the detection of influenza epidemic outbreaks. *Stat Methods Med Res*. 2011;24(2):206-223.
22. Chen Z, Li Z, Zhou M. Detecting change-points in epidemic models. *J Adv Stati*. 2016;1(4):181-190.
23. Deutsche Welle: Protestas y disturbios violentos en España por las medidas anti-COVID. Disponible en: <https://www.dw.com/es/protestas-y-disturbios-violentos-en-espa%C3%B1a-por-las-medidas-anti-covid/a-55464002>
24. Castiglione R. La política chilena en tiempos de pandemia. *Nueva Sociedad* [Internet]. 2020;287 [consultado en sept 2020]. Disponible en: <https://www.nuso.org/articulo/la-politica-chilena-en-tiempos-de-pandemia/>
25. Idrovo AJ. Epidemias, endemias y conglomerados: conceptos básicos. *Revista de la Facultad de Medicina*. 2000;48(2):175-80.
26. Torok M. Curvas epidémicas. *FOCUS on Field Epidemiology* [Internet]. 1(5) [consultado en jun 2020]. Disponible en: https://nciph.sph.unc.edu/focus/vol1/issue5/1-5EpiCurves_espanol.pdf
27. CDC. Principles of epidemiology, 2nd edition. GA: Public Health Practice Program Office, Atlanta;1992.
28. Con base en los más recientes reportes del Instituto Nacional de Salud, el Gobierno Nacional se ha permitido anunciar el inicio del descenso en el pico de la epidemia de Zika. *El Mundo.com*; 2016 dic 22.
29. Case KE, Fair RC. Principles of economics, 8th edn. Prentice-Hall, Englewood Cliffs;2007.
30. Gay-Pobes M. Teruel recibe con alegría la noticia del levantamiento de restricciones. *Aragondigital* [Internet]. 2021 Mar 10 [consultado en octubre de 2020]. Disponible en: <https://www.aragondigital.es/2021/03/10/teruel-recibe-con-alegria-la-noticia-del-levantamiento-de-restricciones/>
31. Agencia EFE. Santiago de Chile vive su primer fin de semana sin cuarentena desde marzo. *EFE* [Internet]. 2021 jul 24 [consultado en octubre de 2020]. Disponible en <https://www.efe.com/efe/america/sociedad/santiago-de-chile-vive-su-primer-fin-semana-sin-cuarentena-desde-marzo/20000013-4594148>
32. European Centre for Disease Prevention and Control. Datos de contagios y muertos por COVID-19, para Chile y demás países sudamericanos [Internet]. En <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/>
33. Agencia EFE. Chile prolonga megacuarentena en Santiago tras nuevo pico de casos y muertes. *EFE* [Internet]. 2020 may. 20 [consultado en nov 2020]. Disponible en: <https://www.efe.com/efe/america/sociedad/chile-prolonga-megacuarentena-en-santiago-tras-nuevo-pico-de-casos-y-muertes/20000013-4251407>
34. Chile adopta medidas financieras y tributarias para afrontar la crisis del coronavirus. *Garrigues Comunica* [Internet]. 2020 mar 20 [consultado en sept 2020]. Disponible en: https://www.garrigues.com/es_ES/noticia/covid-19-chile-adopta-medidas-financieras-y-tributarias-para-afrontar-la-crisis-del
35. Gobierno de Chile. Gestión de Chile en la pandemia [Internet]. Chile: Gobierno de Chile; 2021 [consultado en octubre 2020]. Disponible en: <https://www.gob.cl/coronavirus/gestionpandemia/>
36. Opinión sobre las medidas gubernamentales para contener la pandemia del coronavirus (COVID-19) en Chile en marzo de 2020. [Internet] *Statista* [consultado en agosto de 2020]. Disponible en: <https://es.statista.com/estadisticas/1110524/chile-opinion-medidas-gobierno-pandemia-covid-19/>
37. COVID-19, datos de Chile. [Internet] *Expansión/Datos-macro.com* [consultado en sept de 2020]. Disponible en <https://datosmacro.expansion.com/otros/coronavirus/chile>
38. Noguera Montoya S. En Chile calculan el pico de contagios de COVID-19 en la primera semana de junio. *Anadolu Agencia* [Internet]. 2020 may 26 [consultado en sept 2020]. Disponible en: <https://www.aa.com.tr/es/mundo/en-chile-calculan-el-pico-de-contagios-de-covid-19-en-la-primera-semana-de-junio/1854298>
39. Sepúlveda P. Mes crítico: proyección de la U. de Chile estima un peak de 7 mil casos diarios de Covid-19 para la primera semana de junio. *La Tercera* [Internet]. 2020 may 26 [consultado en sept 2020]. Disponible en: <https://www.latercera.com/que-pasa/noticia/mes-critico-proyeccion-de-la-u-de-chile-estima-un-peak-de-7-mil-casos-diarios-de-covid-19-primera-semana-de-junio/YSJ6VOIAARDCHG443DXXLYCWRU/>

40. Canals M, Canals A, Cuadrado C. Informe COVID-19 Chile al 24.05.2020 [Internet]. Santiago: Escuela de Salud Pública; 2020 [consultado en octubre de 2020]. Disponible en: <http://www.saludpublica.uchile.cl/noticias/163710/informe-covid-19-chile-al-24052020>
41. Veres EJ, Pavía JM. Properties of the elasticity of a continuous random variable. A special look at its behavior and speed of change. *Communications in Statistics - Theory and Methods*. 2017;46(6):3054–69.
42. University of Oxford. Blavatnik School of Government. Oxford Stringency Index. [Internet] [consultado en nov de 2020]. Disponible en: <https://www.bsg.ox.ac.uk/research/research-projects/covid-19-government-response-tracker>

ANEXO

Epidemia por COVID-19. Chile
Contagios diarios y acumulados, defunciones diarias y acumuladas, y elasticidades, tras la suavización por medias móviles de período [7],

Fecha	Contagios				Defunciones			Elasticidad
	Referencia temporal casos	Casos diarios	Casos acumulados	Elasticidad	Referencia temporal defunciones	Defunciones diarias	Defunciones acumuladas	
07/03/2020	4	2,16	2,16	4,00				
08/03/2020	5	2,66	4,82	2,76				
09/03/2020	6	3,32	8,14	2,45				
10/03/2020	7	4,82	12,96	2,60				
11/03/2020	8	6,31	19,28	2,62				
12/03/2020	9	9,31	28,58	2,93				
13/03/2020	10	10,80	39,38	2,74				
14/03/2020	11	23,76	63,14	4,14				
15/03/2020	12	30,57	93,72	3,91				
16/03/2020	13	35,73	129,44	3,59				
17/03/2020	14	51,35	180,79	3,98				
18/03/2020	15	64,97	245,76	3,97				
19/03/2020	16	79,10	324,85	3,90				
20/03/2020	17	92,55	417,41	3,77				
21/03/2020	18	98,04	515,45	3,42				
22/03/2020	19	119,81	635,25	3,58				
23/03/2020	20	150,21	785,47	3,82				
24/03/2020	21	160,18	945,65	3,56				
25/03/2020	22	195,41	1141,06	3,77				
26/03/2020	23	227,98	1369,04	3,83	4	1,1	1,1	4,00
27/03/2020	24	250,41	1619,46	3,71	5	1,1	2,2	2,50
28/03/2020	25	282,98	1902,44	3,72	6	1,1	3,4	2,00
29/03/2020	26	301,76	2204,20	3,56	7	1,9	5,2	2,50
30/03/2020	27	313,89	2518,08	3,37	8	2,4	7,6	2,54
31/03/2020	28	348,62	2866,70	3,41	9	2,6	10,2	2,29
01/04/2020	29	353,44	3220,14	3,18	10	3,2	13,4	2,36
02/04/2020	30	374,21	3594,34	3,12	11	3,9	17,3	2,48
03/04/2020	31	387,50	3981,84	3,02	12	5,0	22,3	2,70
04/04/2020	32	393,15	4374,99	2,88	13	5,4	27,7	2,53

05/04/2020	33	395,14	4770,13	2,73	14	5,8	33,5	2,41
06/04/2020	34	417,91	5188,04	2,74	15	6,0	39,5	2,26
07/04/2020	35	426,71	5614,76	2,66	16	7,3	46,7	2,49
08/04/2020	36	459,28	6074,04	2,72	17	8,0	54,7	2,49
09/04/2020	37	459,62	6533,66	2,60	18	8,6	63,3	2,44
10/04/2020	38	455,63	6989,28	2,48	19	8,6	71,9	2,26
11/04/2020	39	450,31	7439,59	2,36	20	8,4	80,3	2,09
12/04/2020	40	465,43	7905,03	2,36	21	9,1	89,4	2,14
13/04/2020	41	453,14	8358,16	2,22	22	8,6	97,9	1,92
14/04/2020	42	471,08	8829,24	2,24	23	8,9	106,9	1,92
15/04/2020	43	457,12	9286,37	2,12	24	9,5	116,4	1,96
16/04/2020	44	465,76	9752,13	2,10	25	9,9	126,2	1,95
17/04/2020	45	477,73	10229,86	2,10	26	9,9	136,1	1,89
18/04/2020	46	495,51	10725,37	2,13	27	10,6	146,7	1,95
19/04/2020	47	484,37	11209,74	2,03	28	10,2	157,0	1,83
20/04/2020	48	502,32	11712,06	2,06	29	12,3	169,3	2,11
21/04/2020	49	499,33	12211,39	2,00	30	11,7	181,0	1,94
22/04/2020	50	507,47	12718,86	1,99	31	10,8	191,8	1,75
23/04/2020	51	519,77	13238,63	2,00	32	10,2	202,0	1,62
24/04/2020	52	538,88	13777,51	2,03	33	10,4	212,5	1,62
25/04/2020	53	549,35	14326,85	2,03	34	11,0	223,4	1,67
26/04/2020	54	587,07	14913,92	2,13	35	11,2	234,6	1,67
27/04/2020	55	596,37	15510,29	2,11	36	10,4	245,0	1,53
28/04/2020	56	699,73	16210,01	2,42	37	11,0	256,0	1,59
29/04/2020	57	781,31	16991,33	2,62	38	11,2	267,2	1,59
30/04/2020	58	926,71	17918,04	3,00	39	12,3	279,5	1,71
01/05/2020	59	1052,16	18970,20	3,27	40	13,2	292,7	1,81
02/05/2020	60	1134,92	20105,12	3,39	41	13,4	306,1	1,80
03/05/2020	61	1271,34	21376,45	3,63	42	12,7	318,8	1,67
04/05/2020	62	1356,41	22732,87	3,70	43	12,1	330,9	1,57
05/05/2020	63	1422,05	24154,92	3,71	44	10,8	341,7	1,39
06/05/2020	64	1489,51	25644,43	3,72	45	11,2	352,8	1,42
07/05/2020	65	1459,60	27104,04	3,50	46	10,6	363,5	1,34
08/05/2020	66	1529,23	28633,27	3,52	47	9,7	373,1	1,22
09/05/2020	67	1565,29	30198,55	3,47	48	9,9	383,0	1,24
10/05/2020	68	1612,64	31811,20	3,45	49	11,2	394,2	1,39
11/05/2020	69	1883,16	33694,36	3,86	50	12,1	406,3	1,49
12/05/2020	70	2070,27	35764,62	4,05	51	15,5	421,7	1,87

13/05/2020	71	2254,88	38019,50	4,21	52	18,6	440,4	2,20
14/05/2020	72	2361,06	40380,55	4,21	53	21,8	462,1	2,50
15/05/2020	73	2478,37	42858,92	4,22	54	25,7	487,8	2,84
16/05/2020	74	2658,00	45516,92	4,32	55	28,9	516,7	3,07
17/05/2020	75	2967,40	48484,31	4,59	56	32,4	549,1	3,30
18/05/2020	76	3196,37	51680,69	4,70	57	36,9	586,0	3,59
19/05/2020	77	3413,22	55093,91	4,77	58	41,2	627,1	3,81
20/05/2020	78	3708,00	58801,91	4,92	59	43,9	671,1	3,86
21/05/2020	79	3982,17	62784,08	5,01	60	46,9	718,0	3,92
22/05/2020	80	4207,50	66991,58	5,02	61	49,9	767,9	3,96
23/05/2020	81	4642,35	71633,93	5,25	62	52,7	820,6	3,98
24/05/2020	82	4716,13	76350,06	5,07	63	55,3	875,9	3,98
25/05/2020	83	4764,32	81114,38	4,88	64	55,3	931,2	3,80
26/05/2020	84	4878,97	85993,35	4,77	65	56,0	987,2	3,69
27/05/2020	85	4782,43	90775,78	4,48	66	58,5	1045,7	3,69
28/05/2020	86	4896,09	95671,87	4,40	67	60,3	1106,0	3,65
29/05/2020	87	5082,36	100754,23	4,39	68	62,6	1168,6	3,64
30/05/2020	88	5178,07	105932,30	4,30	69	65,5	1234,1	3,66
31/05/2020	89	5105,46	111037,76	4,09	70	71,1	1305,3	3,81
01/06/2020	90	5207,48	116245,24	4,03	71	80,8	1386,1	4,14
02/06/2020	91	5209,15	121454,39	3,90	72	86,8	1472,8	4,24
03/06/2020	92	5294,22	126748,61	3,84	73	93,8	1566,7	4,37
04/06/2020	93	5464,71	132213,32	3,84	74	101,3	1668,0	4,49
05/06/2020	94	5726,42	137939,74	3,90	75	108,6	1776,5	4,58
06/06/2020	95	5597,64	143537,38	3,70	76	116,2	1892,7	4,67
07/06/2020	96	5661,78	149199,16	3,64	77	105,4	1998,2	4,06
08/06/2020	97	5793,88	154993,05	3,63	78	121,8	2120,0	4,48
09/06/2020	98	5948,75	160941,80	3,62	79	136,1	2256,1	4,77
10/06/2020	99	6371,98	167313,77	3,77	80	156,7	2412,8	5,19
11/06/2020	100	6581,84	173895,62	3,78	81	178,5	2591,3	5,58
12/06/2020	101	6670,41	180566,03	3,73	82	198,4	2789,7	5,83
13/06/2020	102	6744,69	187310,72	3,67	83	186,4	2976,0	5,20
14/06/2020	103	6927,47	194238,19	3,67	84	186,7	3162,7	4,96
15/06/2020	104	6843,27	201081,45	3,54	85	193,5	3356,2	4,90
16/06/2020	105	6552,68	207634,14	3,31	86	202,5	3558,7	4,89
17/06/2020	106	6328,97	213963,11	3,14	87	207,6	3766,2	4,79
18/06/2020	107	6012,39	219975,50	2,92	88	202,6	3968,9	4,49
19/06/2020	108	5660,53	225636,03	2,71	89	196,2	4165,1	4,19

20/06/2020	109	5464,23	231100,26	2,58	90	193,5	4358,6	4,00
21/06/2020	110	5174,66	236274,92	2,41	91	190,4	4549,0	3,81
22/06/2020	111	4826,86	241101,78	2,22	92	189,4	4738,4	3,68
23/06/2020	112	4851,57	245953,35	2,21	93	180,2	4918,6	3,41
24/06/2020	113	4566,71	250520,06	2,06	94	165,5	5084,1	3,06
25/06/2020	114	4431,14	254951,20	1,98	95	178,5	5262,6	3,22
26/06/2020	115	4232,43	259183,63	1,88	96	174,8	5437,5	3,09
27/06/2020	116	4148,00	263331,63	1,83	97	182,1	5619,6	3,14
28/06/2020	117	4089,43	267421,06	1,79	98	200,8	5820,3	3,38
29/06/2020	118	3946,71	271367,78	1,72	99	173,5	5993,8	2,86
30/06/2020	119	3639,57	275007,35	1,57	100	172,6	6166,4	2,80
01/07/2020	120	3532,71	278540,06	1,52	101	166,8	6333,2	2,66
02/07/2020	121	3440,14	281980,20	1,48	102	143,4	6476,6	2,26
03/07/2020	122	3364,29	285344,49	1,44	103	135,6	6612,2	2,11
04/07/2020	123	3222,57	288567,06	1,37	104	137,3	6749,5	2,12
05/07/2020	124	3089,43	291656,49	1,31	105	126,6	6876,2	1,93
06/07/2020	125	3005,71	294662,20	1,28	106	139,2	7015,3	2,10
07/07/2020	126	3096,43	297758,63	1,31	107	129,3	7144,6	1,94
08/07/2020	127	3026,43	300785,06	1,28	108	123,9	7268,5	1,84
09/07/2020	128	2883,14	303668,20	1,22	109	116,9	7385,5	1,73
10/07/2020	129	2787,00	306455,20	1,17	110	113,9	7499,4	1,67
11/07/2020	130	2728,57	309183,78	1,15	111	108,6	7608,0	1,58
12/07/2020	131	2639,14	311822,92	1,11	112	107,8	7715,7	1,56
13/07/2020	132	2588,86	314411,78	1,09	113	104,0	7819,8	1,50
14/07/2020	133	2497,43	316909,20	1,05	114	103,2	7923,0	1,48
15/07/2020	134	2466,43	319375,63	1,03	115	102,4	8025,4	1,47
16/07/2020	135	2402,43	321778,06	1,01	116	99,4	8124,8	1,42
17/07/2020	136	2269,86	324047,92	0,95	117	91,1	8215,8	1,30
18/07/2020	137	2196,00	326243,92	0,92	118	102,0	8317,8	1,45
19/07/2020	138	2170,00	328413,92	0,91	119	100,6	8418,5	1,42
20/07/2020	139	2171,00	330584,92	0,91	120	87,2	8505,7	1,23
21/07/2020	140	2151,57	332736,49	0,91	121	86,1	8591,8	1,21
22/07/2020	141	2109,29	334845,78	0,89	122	81,0	8672,8	1,14
23/07/2020	142	2106,57	336952,35	0,89	123	82,1	8755,0	1,15
24/07/2020	143	2122,86	339075,20	0,90	124	87,0	8842,0	1,22
25/07/2020	144	2127,71	341202,92	0,90	125	79,1	8921,1	1,11
26/07/2020	145	2159,57	343362,49	0,91	126	80,4	9001,5	1,13
27/07/2020	146	2167,57	345530,06	0,92	127	79,4	9081,0	1,11

28/07/2020	147	2111,00	347641,06	0,89	128	77,0	9158,0	1,08
29/07/2020	148	2051,86	349692,92	0,87	129	77,6	9235,5	1,08
30/07/2020	149	2009,43	351702,35	0,85	130	73,3	9308,8	1,02
31/07/2020	150	1991,57	353693,92	0,84	131	70,9	9379,7	0,99
01/08/2020	151	1938,57	355632,49	0,82	132	74,3	9454,0	1,04
02/08/2020	152	1880,29	357512,78	0,80	133	72,1	9526,1	1,01
03/08/2020	153	1878,29	359391,06	0,80	134	73,4	9599,5	1,02
04/08/2020	154	1876,43	361267,49	0,80	135	73,1	9672,7	1,02
05/08/2020	155	1879,71	363147,20	0,80	136	71,6	9744,3	1,00
06/08/2020	156	1909,29	365056,49	0,82	137	68,3	9812,5	0,95
07/08/2020	157	1903,57	366960,06	0,81	138	67,0	9879,5	0,94
08/08/2020	158	1935,86	368895,92	0,83	139	61,7	9941,3	0,86
09/08/2020	159	1950,57	370846,49	0,84	140	61,9	10003,1	0,87
10/08/2020	160	1920,71	372767,20	0,82	141	59,0	10062,1	0,83
11/08/2020	161	1909,00	374676,20	0,82	142	58,6	10120,7	0,82
12/08/2020	162	1898,00	376574,20	0,82	143	54,6	10175,3	0,77
13/08/2020	163	1839,86	378414,06	0,79	144	54,9	10230,1	0,77
14/08/2020	164	1841,43	380255,49	0,79	145	53,6	10283,7	0,76
15/08/2020	165	1779,71	382035,20	0,77	146	53,4	10337,1	0,75
16/08/2020	166	1748,43	383783,63	0,76	147	52,6	10389,7	0,74
17/08/2020	167	1695,57	385479,20	0,73	148	53,3	10443,0	0,76
18/08/2020	168	1687,86	387167,06	0,73	149	53,1	10496,1	0,75
19/08/2020	169	1665,43	388832,49	0,72	150	54,7	10550,8	0,78
20/08/2020	170	1686,57	390519,06	0,73	151	56,7	10607,5	0,81
21/08/2020	171	1674,14	392193,20	0,73	152	57,1	10664,7	0,81
22/08/2020	172	1723,71	393916,92	0,75	153	57,6	10722,3	0,82
23/08/2020	173	1732,86	395649,78	0,76	154	58,9	10781,1	0,84
24/08/2020	174	1761,14	397410,92	0,77	155	58,9	10840,0	0,84
25/08/2020	175	1750,43	399161,35	0,77	156	57,3	10897,3	0,82
26/08/2020	176	1743,29	400904,63	0,77	157	58,4	10955,7	0,84
27/08/2020	177	1757,29	402661,92	0,77	158	55,6	11011,3	0,80
28/08/2020	178	1758,43	404420,35	0,77	159	56,0	11067,3	0,80
29/08/2020	179	1736,86	406157,20	0,77	160	53,3	11120,5	0,77
30/08/2020	180	1737,14	407894,35	0,77	161	51,9	11172,4	0,75
31/08/2020	181	1767,71	409662,06	0,78	162	50,6	11223,0	0,73
01/09/2020	182	1771,29	411433,35	0,78	163	50,0	11273,0	0,72
02/09/2020	183	1785,29	413218,63	0,79	164	51,7	11324,7	0,75
03/09/2020	184	1775,00	414993,63	0,79	165	52,9	11377,5	0,77

04/09/2020	185	1790,86	416784,49	0,79	166	49,7	11427,3	0,72
05/09/2020	186	1792,57	418577,06	0,80	167	51,9	11479,1	0,75
06/09/2020	187	1770,86	420347,92	0,79	168	51,6	11530,7	0,75
07/09/2020	188	1755,43	422103,35	0,78	169	51,1	11581,8	0,75
08/09/2020	189	1738,29	423841,63	0,78	170	51,3	11633,1	0,75
09/09/2020	190	1723,71	425565,35	0,77	171	50,9	11684,0	0,74
10/09/2020	191	1747,43	427312,78	0,78	172	49,1	11733,1	0,72
11/09/2020	192	1748,29	429061,06	0,78	173	51,0	11784,1	0,75
12/09/2020	193	1737,00	430798,06	0,78	174	51,6	11835,7	0,76
13/09/2020	194	1777,43	432575,49	0,80	175	51,1	11886,8	0,75
14/09/2020	195	1751,43	434326,92	0,79	176	50,9	11937,7	0,75
15/09/2020	196	1783,00	436109,92	0,80	177	51,6	11989,3	0,76
16/09/2020	197	1756,00	437865,92	0,79	178	49,9	12039,1	0,74
17/09/2020	198	1715,43	439581,35	0,77	179	51,3	12090,4	0,76
18/09/2020	199	1646,57	441227,92	0,74	180	48,1	12138,5	0,71
19/09/2020	200	1576,43	442804,35	0,71	181	40,7	12179,3	0,61
20/09/2020	201	1505,71	444310,06	0,68	182	40,1	12219,4	0,60
21/09/2020	202	1516,57	445826,63	0,69	183	41,0	12260,4	0,61
22/09/2020	203	1497,71	447324,35	0,68	184	46,7	12307,1	0,70
23/09/2020	204	1577,29	448901,63	0,72	185	46,9	12354,0	0,70
24/09/2020	205	1615,00	450516,63	0,73	186	48,1	12402,1	0,72
25/09/2020	206	1661,00	452177,63	0,76	187	50,7	12452,8	0,76
26/09/2020	207	1743,29	453920,92	0,79	188	57,1	12510,0	0,86
27/09/2020	208	1825,29	455746,20	0,83	189	57,7	12567,7	0,87
28/09/2020	209	1869,71	457615,92	0,85	190	56,6	12624,3	0,85
29/09/2020	210	1873,71	459489,63	0,86	191	50,4	12674,7	0,76
30/09/2020	211	1817,43	461307,06	0,83	192	48,6	12723,3	0,73
01/10/2020	212	1784,57	463091,63	0,82	193	46,9	12770,1	0,71
02/10/2020	213	1754,00	464845,63	0,80	194	48,3	12818,4	0,73
03/10/2020	214	1725,00	466570,63	0,79	195	48,4	12866,8	0,73
04/10/2020	215	1715,14	468285,78	0,79	196	49,3	12916,1	0,75
05/10/2020	216	1635,57	469921,35	0,75	197	49,9	12966,0	0,76
06/10/2020	217	1609,43	471530,78	0,74	198	49,3	13015,3	0,75
07/10/2020	218	1597,00	473127,78	0,74	199	50,4	13065,7	0,77
08/10/2020	219	1589,14	474716,92	0,73	200	50,4	13116,1	0,77
09/10/2020	220	1598,86	476315,78	0,74	201	48,4	13164,5	0,74
10/10/2020	221	1591,71	477907,49	0,74	202	48,9	13213,4	0,75
11/10/2020	222	1567,71	479475,20	0,73	203	46,6	13260,0	0,71

12/10/2020	223	1561,71	481036,92	0,72	204	46,4	13306,4	0,71
13/10/2020	224	1497,14	482534,06	0,69	205	38,1	13344,5	0,59
14/10/2020	225	1488,71	484022,78	0,69	206	44,1	13388,7	0,68
15/10/2020	226	1486,86	485509,63	0,69	207	45,1	13433,8	0,70
16/10/2020	227	1484,14	486993,78	0,69	208	45,3	13479,1	0,70
17/10/2020	228	1488,14	488481,92	0,69	209	42,4	13521,5	0,66
18/10/2020	229	1456,86	489938,78	0,68	210	43,7	13565,3	0,68
19/10/2020	230	1523,57	491462,35	0,71	211	43,4	13608,7	0,67
20/10/2020	231	1576,43	493038,78	0,74	212	51,1	13659,8	0,79
21/10/2020	232	1588,00	494626,78	0,74	213	45,0	13704,8	0,70
22/10/2020	233	1562,71	496189,49	0,73	214	43,4	13748,3	0,68
23/10/2020	234	1529,00	497718,49	0,72	215	44,1	13792,4	0,69
24/10/2020	235	1527,57	499246,06	0,72	216	46,7	13839,1	0,73
25/10/2020	236	1492,43	500738,49	0,70	217	46,3	13885,4	0,72
26/10/2020	237	1413,29	502151,78	0,67	218	44,7	13930,1	0,70
27/10/2020	238	1417,00	503568,78	0,67	219	46,6	13976,7	0,73
28/10/2020	239	1380,71	504949,49	0,65	220	44,9	14021,5	0,70
29/10/2020	240	1387,71	506337,20	0,66	221	45,0	14066,5	0,71
30/10/2020	241	1400,14	507737,35	0,66	222	43,3	14109,8	0,68
31/10/2020	242	1370,00	509107,35	0,65	223	42,7	14152,5	0,67
01/11/2020	243	1382,43	510489,78	0,66	224	41,9	14194,4	0,66
02/11/2020	244	1358,86	511848,63	0,65	225	44,0	14238,4	0,70
03/11/2020	245	1361,71	513210,35	0,65	226	40,9	14279,3	0,65
04/11/2020	246	1402,71	514613,06	0,67	227	41,7	14321,0	0,66
05/11/2020	247	1388,71	516001,78	0,66	228	41,7	14362,7	0,66
06/11/2020	248	1384,86	517386,63	0,66	229	42,3	14405,0	0,67
07/11/2020	249	1384,43	518771,06	0,66	230	40,9	14445,8	0,65
08/11/2020	250	1386,43	520157,49	0,67	231	41,7	14487,5	0,67
09/11/2020	251	1394,57	521552,06	0,67	232	41,9	14529,4	0,67
10/11/2020	252	1408,00	522960,06	0,68	233	42,1	14571,5	0,67
11/11/2020	253	1377,14	524337,20	0,66	234	41,1	14612,7	0,66
12/11/2020	254	1385,57	525722,78	0,67	235	39,7	14652,4	0,64
13/11/2020	255	1387,86	527110,63	0,67	236	39,4	14691,8	0,63
14/11/2020	256	1389,29	528499,92	0,67	237	39,3	14731,1	0,63
15/11/2020	257	1386,14	529886,06	0,67	238	38,9	14770,0	0,63
16/11/2020	258	1393,43	531279,49	0,68	239	37,7	14807,7	0,61
17/11/2020	259	1367,71	532647,20	0,67	240	36,6	14844,3	0,59
18/11/2020	260	1365,00	534012,20	0,66	241	37,9	14882,1	0,61

19/11/2020	261	1352,43	535364,63	0,66	242	36,1	14918,3	0,59
20/11/2020	262	1338,14	536702,78	0,65	243	35,7	14954,0	0,58
21/11/2020	263	1353,71	538056,49	0,66	244	34,7	14988,7	0,57
22/11/2020	264	1353,86	539410,35	0,66	245	35,4	15024,1	0,58
23/11/2020	265	1362,00	540772,35	0,67	246	34,4	15058,5	0,56
24/11/2020	266	1378,57	542150,92	0,68	247	40,0	15098,5	0,65
25/11/2020	267	1376,86	543527,78	0,68	248	39,3	15137,8	0,64
26/11/2020	268	1399,71	544927,49	0,69	249	41,7	15179,5	0,68
27/11/2020	269	1398,57	546326,06	0,69	250	41,0	15220,5	0,67
28/11/2020	270	1380,43	547706,49	0,68	251	43,4	15264,0	0,71
29/11/2020	271	1396,71	549103,20	0,69	252	42,7	15306,7	0,70
30/11/2020	272	1400,86	550504,06	0,69	253	42,9	15349,5	0,71